Tecniche della Programmazione, lez.8

Funzioni e programmazione modulare

What's Modulo?

Sappiamo già che il programma è composto da una collezione di … parti …

```
#include <stdio.h>
int main () {
  int n=4;
  …
  printf ("stampiamo n ... %d\n", n);
  …
printf ("\nFINE programma\n");
return 0;
}
```

1) Main program: realizzato da **`int main() { …}`**

2) Funzioni di libreria: ottenute con le inclusioni di **`file header`**
   - il programma principale "chiama" una funzione di libreria, "scrivendo" il suo nome e aggiungendo dei *parametri* che verranno usati durante l'esecuzione della funzione

3) … … …

What's Modulo?

Sappiamo già che il programma è composto da una collezione di … parti …

```
#include <stdio.h>
int main () {
   int n=4;
   …
   printf ("stampiamo n ... %d\n", n);
   …
printf ("\nFINE programma\n");
return 0;
}
```

Per poter usare le funzioni standard di I/O

1) *Main program: realizzato da int main() { …}*

2) *Funzioni di libreria: ottenute con le inclusioni di file header*
   - *il programma principale "chiamà' una funzione di libreria, "scrivendò' il suo nome e aggiungendo dei parametri che verranno usati durante l'esecuzione della funzione*

3) *… … …*

What's Modulo?

Sappiamo già che il programma è composto da una collezione di … parti …

```
#include <stdio.h>
int main () {
  int n=4;
  …
  printf ("stampiamo n ... %d\n", n);
  …
printf ("\nFINE programma\n");
return 0;
}
```

1) *Main program: re*

2) *Funzioni di librer*
   - *il programma*
     aggiungendo

3) *… … …*

Chiamata della funzione printf (che, per via dell'include, è *"nota al compilatore"*)

Parametri della chiamata:
- **"stampiamo n ... %d\n" (*la stringa di formato*)**
- **n (*il parametro corrispondente al primo – e qui unico – formato di conversione, %d*)**

Argomenti è un sinonimo spesso usato per "parametri"

What's Modulo?

Sappiamo già che il programma è composto da una collezione di … parti …

```
#include <stdio.h>
int main () {
  int n=4;
  …
  printf ("stampiamo n ... %d\n", n);
  …
printf ("\nFINE programma\n");
return 0;
}
```

1) Main program: realizzato da **`int main() { …}`**

2) Funzioni di libreria: ottenute con le inclusioni di **`file header`**
   - il programma principale "chiam" una funzione di libreria, "scrivendo" il suo nome e aggiungendo dei *parametri* che verranno usati durante l'esecuzione della funzione

Ma c'è di più

3) Funzioni definite dal programmatore, nel medesimo file della main(), o anche in altri file.

What's Modulo? Funzioni definite dal programmatore

3) Funzioni definite dal programmatore, nel medesimo file della main(), o anche in altri file.

3.1) Le funzioni sono anche chiamate "moduli" del programma:

- corrispondono a "sottoprogrammi", ciascuno dei quali risolve, quando viene chiamato ad essere eseguito, un ***sottoproblema*** del problema generale affrontato dal programma

3.2) Il main program **`int main()`** è anche lei una funzione

3.3) Tutti i moduli vengono compilati (o sono già compilati, come succede per le funzioni di libreria), e poi, mediante ***linking***, si ottiene il programma eseguibile (che si chiama anche rilocabile, perché` deve essere allocato in una parte della RAM, abbastanza grande e libera, prima di avviarne l'esecuzione.

What's Modulo? *(sempre funzioni di libreria e definite dal programmatore)*

Le funzioni di libreria risolvono sottoproblemi "generali",

```
printf ("stampiamo la radice di ... %f\n", sqrt(val));
printf ("n alla m … %d\n", exp(n,m));
printf ("valore assoluto di p … %d\n", fabs(p));

-----------------------------------------------------

Sottoproblemi particolari  →  funzioni definite dal programmatore
maxComunDiv = miaFunzioneMCD(n,m);
tens = leggiTensore(nDim);
bubbleSort(a, dim);
```

Quelle in rosso sono le chiamate alle funzioni in questione

What's Modulo? *(sempre funzioni di libreria e definite dal programmatore)*

Le funzioni di libreria risolvono sottoproblemi "generali",

```
printf ("stampiamo la radice di ... %f\n", sqrt(val));
printf ("n alla m … %d\n", exp(n,m));
printf ("valore assoluto di p … %d\n", fabs(p));
```

Quelle in rosso sono le chiamate alle funzioni in questione

Sottoproblemi particolari → funzioni definite dal programmatore

```
maxComunDiv = miaFunzioneMCD(n,m);
tens = leggiTensore(nDim);
bubbleSort(a, dim);
```

Quelle in rosso sono dette
Chiamate di funzioni

Una funzione e` definita per eseguire un compito, e ha il suo codice per farlo.

La **chiamata** e` la **richiesta** che la
- **"funzione chiamata"** venga eseguita, utilizzando i valori forniti dai **parametri.**

Parametri = Valori "passati" alla funzione perche` li usi per svolgere il suo compito.

Una chiamata svolge il ruolo di una espressione: Di solito la esecuzione di una chiamata produce un valore, che e` "Il risultato restituito dalla funzione"

Il valore restituito viene usato nel contesto della chiamata

```
rad = sqrt(val);
stampaMenu();
printf( "…", … );
```

Vedi Approfondimenti per una versione piu` verbosa ...

Funzioni … f(x), f(x,y), …

Una funzione C è molto simile alla funzione matematica che siamo abituati a trattare … ecco due esempi … di funzioni matematiche

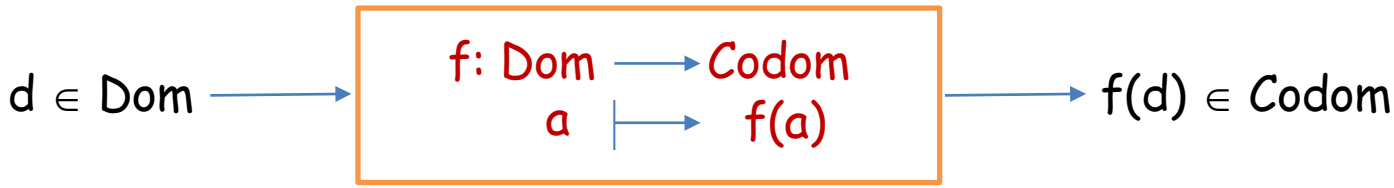
$$f: Dom \longrightarrow Codom$$
$$a \longmapsto f(a)$$

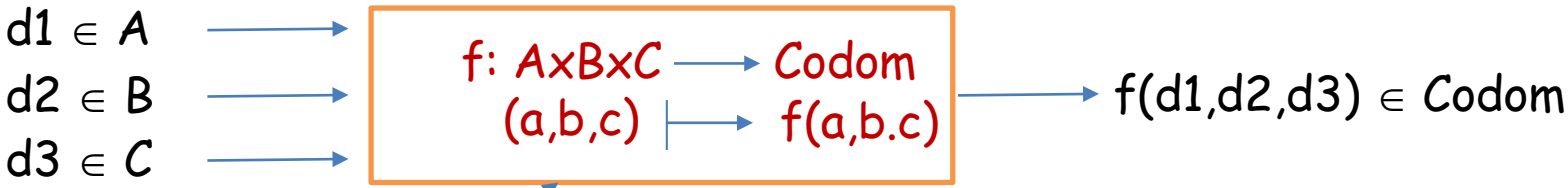
$$f: A \times B \times C \longrightarrow Codom$$
$$(a,b,c) \longmapsto f(a,b.c)$$

NB
La funzione è come una scatola che fa i calcoli con i parametri che le vengono passati …

Funzioni … f(x), f(x,y), …

Una funzione C è molto simile alla funzione matematica che siamo abituati a trattare … ecco due esempi … di funzioni matematiche





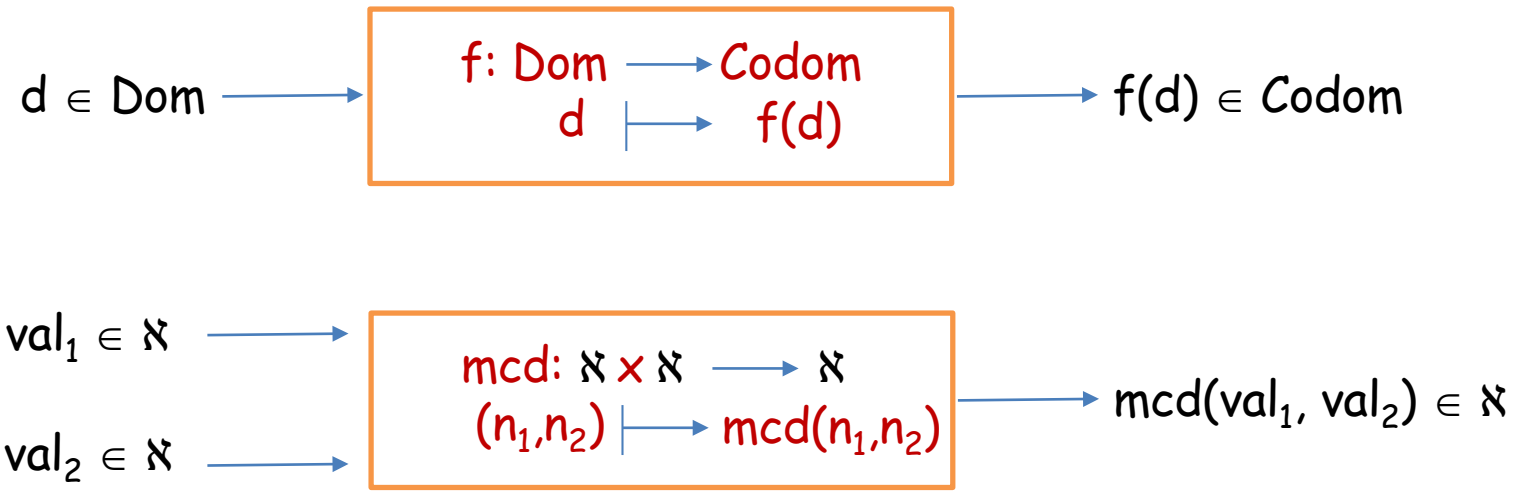
NB
La funzione è come una scatola che fa i calcoli con i parametri che le vengono passati …

Nella "scatola" a,b,c sono nomi generici per i parametri:
- in generale, la funzione mappa (a,b,c) su f(a,b,c);
- quando eseguiamo il calcolo della funzione con d1,d2,d3 viene calcolato il valore di f(d1,d2,d3) …

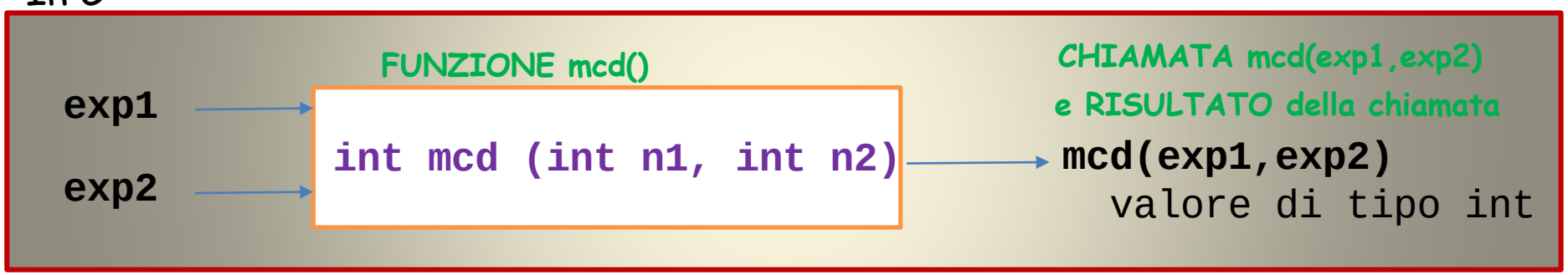
Funzioni

`funType functionName (paramType_1 param1, …, paramType_n param_n) {…}`

Una funzione C è molto simile alla funzione matematica che siamo abituati a trattare …



In C



mcd: int x int → int
(n1, n2) ↦ mcd(n1,n2)

Vedi Approfondimenti

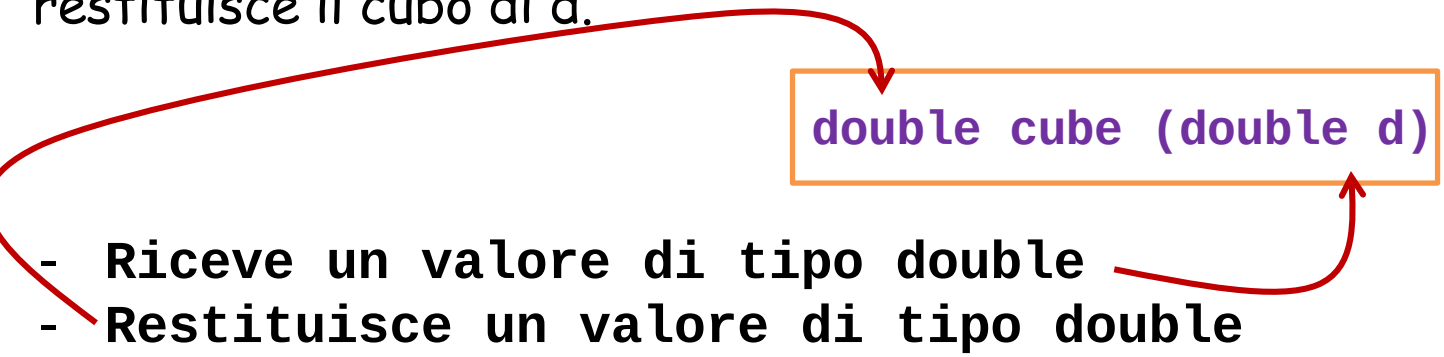
Un sottoproblema: cubo

Scrivere l'intestazione di una funzione C, cube(), che, ricevendo un numero reale, d, calcola e restituisce il cubo di d.

- **Riceve un valore di tipo double**
- **Restituisce un valore di tipo double, che è il cubo del valore ricevuto**

Un sottoproblema: cubo

Scrivere una funzione che, ricevendo un numero reale, d, calcola e restituisce il cubo di d.



- **Riceve un valore di tipo double**
- **Restituisce un valore di tipo double**

Un sottoproblema: cubo

Scrivere una funzione che, ricevendo un numero reale, d, calcola e restituisce il cubo di d.

```
double cube (double d)
```

- Riceve un valore di tipo double
- Restituisce un valore di tipo double

Esempio di programma in cui usarla …

```
int main () {
  double num, cub;

  printf("Gentile utente, dammi un …: ");
  scanf("%lf", &num);

  cub = cube(num);

  printf("voilà ... %g", cub);
…
```

Chiamata della funzione cube, con parametro attuale num;
La chiamata è un'espressione.
In questo caso è una sottoespressione dell'espressione di assegnazione.
Il valore restituito dalla sua valutazione, di tipo double, viene assegnato a cub.

Un sottoproblema: cubo

Scrivere una funzione che, ricevendo un numero reale, d, calcola e restituisce il cubo di d.

```
double cube (double d)
```

- Riceve un valore di tipo double
- Restituisce un valore di tipo double

Esempio di programma in cui usarla …

```
int main () {
  double num, cub;

  printf("Gentile utente, dammi un …: ");
  scanf("%lf", &num);

  cub = cube(num);

  printf("voilà ... %g", cub);
…
```

Chiamata della funzione cube, con parametro attuale num.
La chiamata è un'espressione.

E anche num, il parametro attuale, è un'espressione (la cui valutazione produce semplicemente il valore contenuto in num).

E dove sarebbe la funzione cubo? In quale libreria?

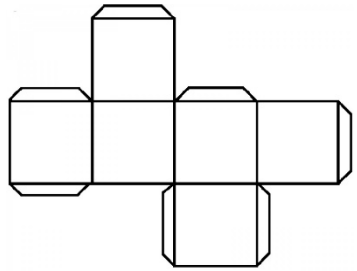
Ah … La devo fare io?

Sì, ma in questo caso è molto semplice:
La funzione usa il parametro per calcolare il cubo, e restituisce il valore calcolato al termine.

```
double cube (double d) {
  double ris;

   ris = d*d*d;

return(ris);
}
```

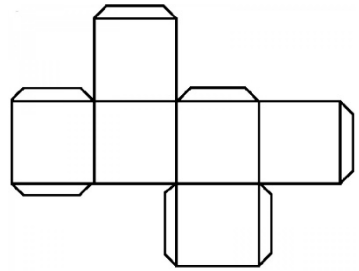
```
OPPURE, anche
double cube (double d) {
 return(d*d*d);
}
```

Programma del cubo, completo



```
/* programma che fa uso della funzione cube */
#include <stdio.h>

double cube (double d) {
   return(d*d*d);       /* autoesplicativo ... */
}

int main () {
  double num, cub;

  printf("Gentile utente, … lo elevo al cubo: ");
  scanf("%lf", &num);

  cub = cube(num);

  printf("voilà ... %g", cub);

printf("FINE\n");
return 0;
}
```

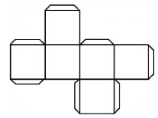
Definizione di una funzione



```
/* programma che fa uso della funzione cube */
#include <stdio.h>

double cube (double d) {
   return(d*d*d);       /* autoesplicativo ... */
}

int main () {
  double num, cub;

  printf("Gentile utente, … lo elevo al cubo: ");
  scanf("%lf", &num);

  cub = cube(num);

  printf("voilà ... %g", cub);

printf("FINE\n");
return 0;
}
```

DEFINIZIONE della funzione cube
- Tipo restituito: double
- Tipo del PARAMETRO FORMALE, double
- Nome del PARAMETRO FORMALE, d
- L'esecuzione di return termina la funzione, restituendo alla FUNZIONE CHIAMANTE il valore d*d*d

Funzione CHIAMANTE e funzione CHIAMATA



```
/* programma che fa uso della funzione cube */
#include <stdio.h>

double cube (double d) {
   return(d*d*d);        /* autoesplicativo ... */
}

int main () {
  double num, cub;

  printf("Gentile ute
  scanf("%lf", &num);

  cub = cube(num);

  printf("voilà ... %

printf("FINE\n");
return 0;
}
```

FUNZIONE CHIAMANTE : la main()

CHIAMATA della funzione **cube**

- PARAMETRO ATTUALE **num**
- assegnato al PARAMETRO FORMALE **d**,
- per calcolare d*d*d,
  cioè
  (valore di num)*(valore di num)*(valore di num)
- poi il valore calcolato ... ☺

Vedi Approfondimenti (e far girare il programma, verificando che le immagini sono veritiere)

Variabili locali in una funzione

```
double cube (double d) {
 double ris;          /* variabile locale per il calcolo del cubo */

 ris = d*d*d;
return(ris);
}
```

Il blocco di codice della funzione può contenere dichiarazioni di variabili;

(Tutto come nella main(), che infatti è una funzione …
La main() è la funzione che viene chiamata ad essere eseguita (aka *invocata*), PER PRIMA, all'atto della messa in esecuzione del programma eseguibile
)

Il codice della funzione **cube**, è costituito da una sequenza di istruzioni strutturate, un blocco … come per la **main()**.

In queste istruzioni vengono usate le variabili definite nel blocco (si chiamano VARIABILI LOCALI) e i PARAMETRI FORMALI, per effettuare calcoli e produrre il risultato che la funzione dovrà restituire al momento della terminazione (**return**).

Componenti di una funzione

```
funType functionName (paramType_1 param1, …, paramType_n param_n) { … }
```

```
double cube (double d) {
 int ris;
  ris = d*d*d;
return(ris);
}
```

- **Intestazione**: `double cube (double d)` riassume i tipi e i nomi che dovranno essere usati nella chiamata
- **Blocco**: `{ … }`: il codice che viene eseguito quando la funzione viene messa in esecuzione; contiene
  - Istruzioni,
  - Dichiarazioni di variabili (VARIABILI LOCALI)
  - Una o più istruzioni return, che terminano l'esecuzione della funzione, restituendo (se è il caso) un risultato
- **TIPO** del valore **RESTITUITO** come risultato della funzione
- **Nelle funzioni C viene sempre restituito un solo risultato**
- **TIPI** e **NOMI** dei **PARAMETRI FORMALI**: i parametri formali sono usati nella definizione della funzione; sono i simboli usati nel codice e rappresentano (conterranno!) i dati ricevuti dalla funzione al momento della sua messa in esecuzione (cioè i parametri attuali "passati" nella chiamata della funzione)

Chiamata ed Attivazione di funzione - 1/3 -

Un'altra funzione …

```
int mcd(int n1, int n2) {
 int risult;
  while (n1!=n2)
     if (n2>n1)
       n2=n2-n1;
     else n1-=n2;

  risult = n1;

return risult;
}
```

```
#include <stdio.h>
int main() {
  int primo, secondo, m;

 printf("...numeri... ");
 scanf("%d %d", &primo, &secondo);

 m = mcd(primo, secondo);
printf("mcd=%d\n", m);
return 0;
}
```

Chiamata ed Attivazione di funzione - 2/3 -

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
  while (n1!=n2)
     if (n2>n1)n2=n2-n;
     else n1-=n2;

  risult = n1;

return risult;
}
```

funzione mcd,
PARAMETRI FORMALI: n1, n2
VARIABILI LOCALI: risult
VALORE RISULTATO di tipo int

```
#include <stdio.h>
int main() {
  int primo, secondo, m;

 printf("...numeri... ");
 scanf("%d %d", &primo, &secondo);
 m = mcd(primo, secondo);
printf("mcd=%d\n", m);
return 0;
}
```

CHIAMATA di funzione,

Chiamata ed Attivazione di funzione - 2/3 -

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
  while (n1!=n2)
     if (n2>n1)n2=n2-n;
     else n1-=n2;

  risult = n1;

return risult;
}
```

```
#include <stdio.h>
int main() {
  int primo, secondo, m;

 printf("...numeri... ");
 scanf("%d %d", &primo, &secon
 m = mcd(primo, secondo);
printf("mcd=%d\n", m);
return 0;
}
```

funzione mcd,

PARAMETRI FORMALI: n1, n2

VARIABILI LOCALI: risult

VALORE RISULTATO di tipo int

CHIAMATA di funzione,

- PARAMETRI ATTUALI: primo, secondo
- esecuzione della FUNZIONE CHIAMANTE: SOSPESA

...

Chiamata ed Attivazione di funzione - 2/3 -

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
  while (n1!=n2)
     if (n2>n1)n2=n2-n;
     else n1-=n2;

  risult = n1;

return risult;
}

#include <stdio.h>
int main() {
  int primo, secondo, m;

 printf("...numeri... ");
 scanf("%d %d", &primo, &
 m = mcd(primo, secondo);
printf("mcd=%d\n", m);
return 0;
}
```

funzione mcd,

PARAMETRI FORMALI: n1, n2

VARIABILI LOCALI: risult

VALORE RISULTATO di tipo int

CHIAMATA di funzione,

- PARAMETRI ATTUALI: primo, secondo
- esecuzione della FUNZIONE CHIAMANTE: SOSPESA

ATTIVAZIONE della FUNZIONE CHIAMATA

- passaggio dei parametri:
  ATTUALI --> FORMALI
- esecuzione del codice della funzione
- terminazione della funzione chiamata
  - "restituzione" del risultato nel punto della chiamata
  - ripresa dell'esecuzione della funzione chiamante

Chiamata ed Attivazione di funzione - RDA -

```
#include <stdio.h>
int main() {
   int primo, secondo;
  ...
  printf("mcd=%d\n", mcd(primo, secondo));
return 0;    }
```

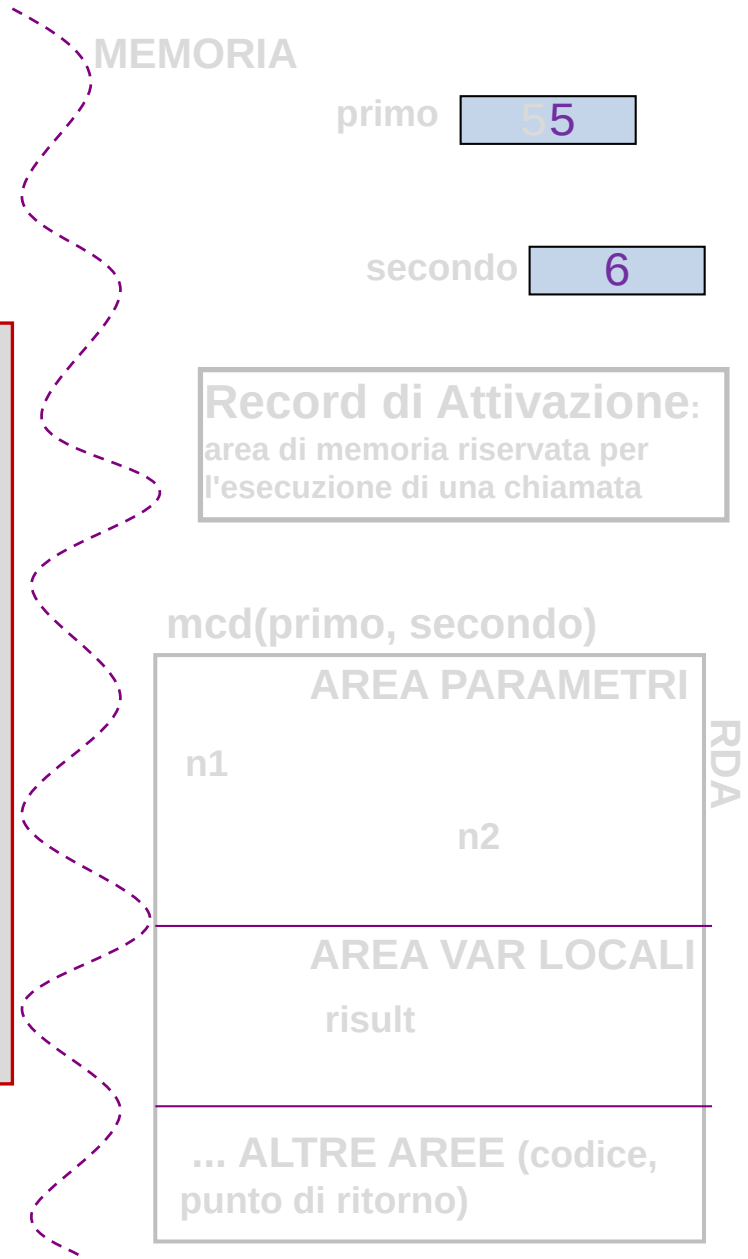
CHIAMATA di funzione,

- **PARAMETRI ATTUALI: primo, secondo**
- **esecuzione della FUNZIONE CHIAMANTE: SOSPESA**

ATTIVAZIONE della FUNZIONE CHIAMATA

1) **Allocazione RDA, in cui parametri FORMALI e variabili locali hanno locazioni dedicate**
2)
3)
4)

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
...
return risult;  }
```



Chiamata ed Attivazione di funzione - RDA -

```
#include <stdio.h>
int main() {
   int primo, secondo;
  ...
  printf("mcd=%d\n", mcd(primo, secondo));
return 0;    }
```

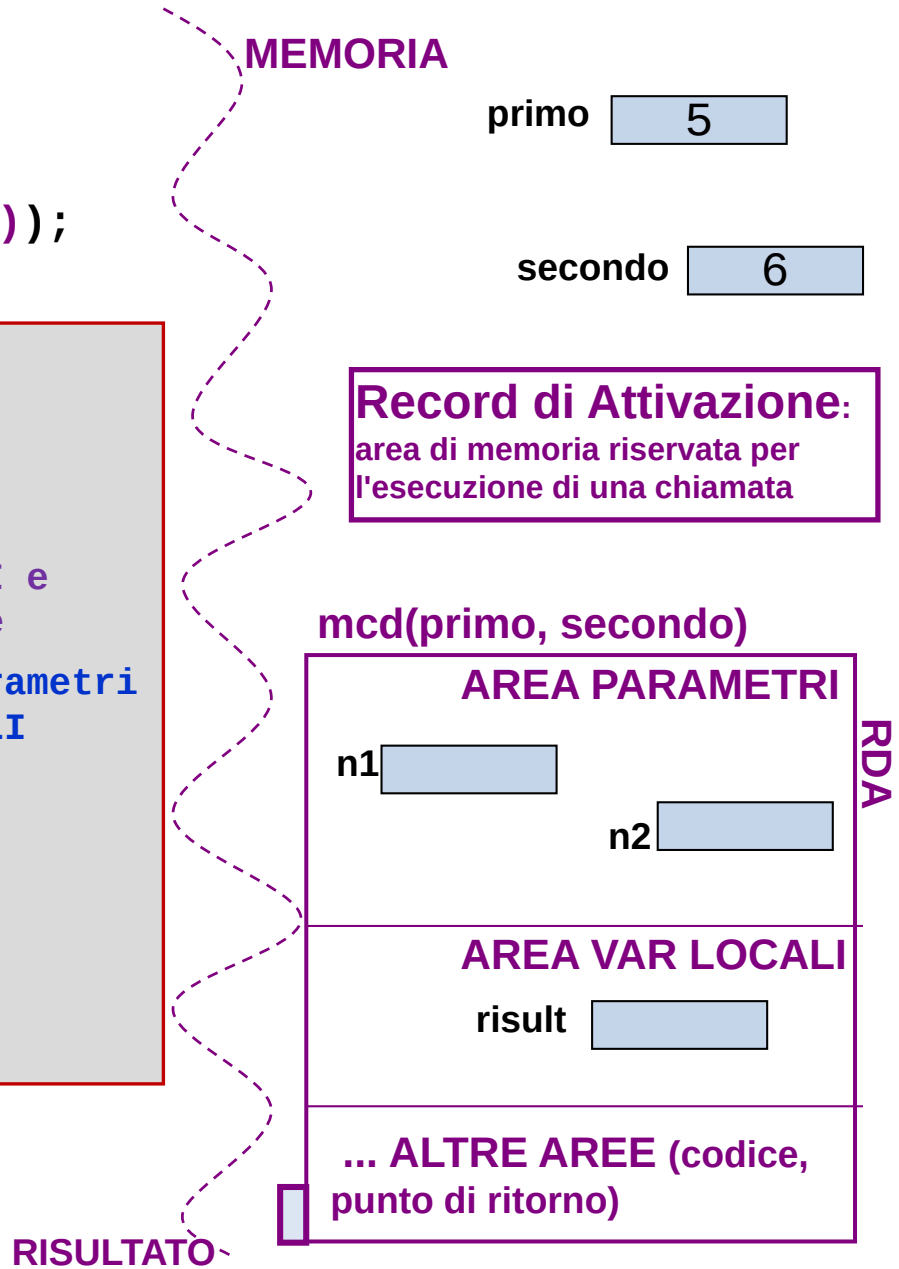
CHIAMATA di funzione,

- **PARAMETRI ATTUALI: primo, secondo**
- **esecuzione della FUNZIONE CHIAMANTE: SOSPESA**

ATTIVAZIONE della FUNZIONE CHIAMATA

1) **Allocazione RDA, in cui parametri FORMALI e variabili locali hanno locazioni dedicate**
2) **passaggio dei parametri: i valori dei parametri ATTUALI sono copiati nei parametri FORMALI**

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
...
return risult;  }
```



Chiamata ed Attivazione di funzione – RDA –

```
#include <stdio.h>
int main() {
   int primo, secondo;
  ...
  printf("mcd=%d\n", mcd(primo, secondo));
return 0;    }
```

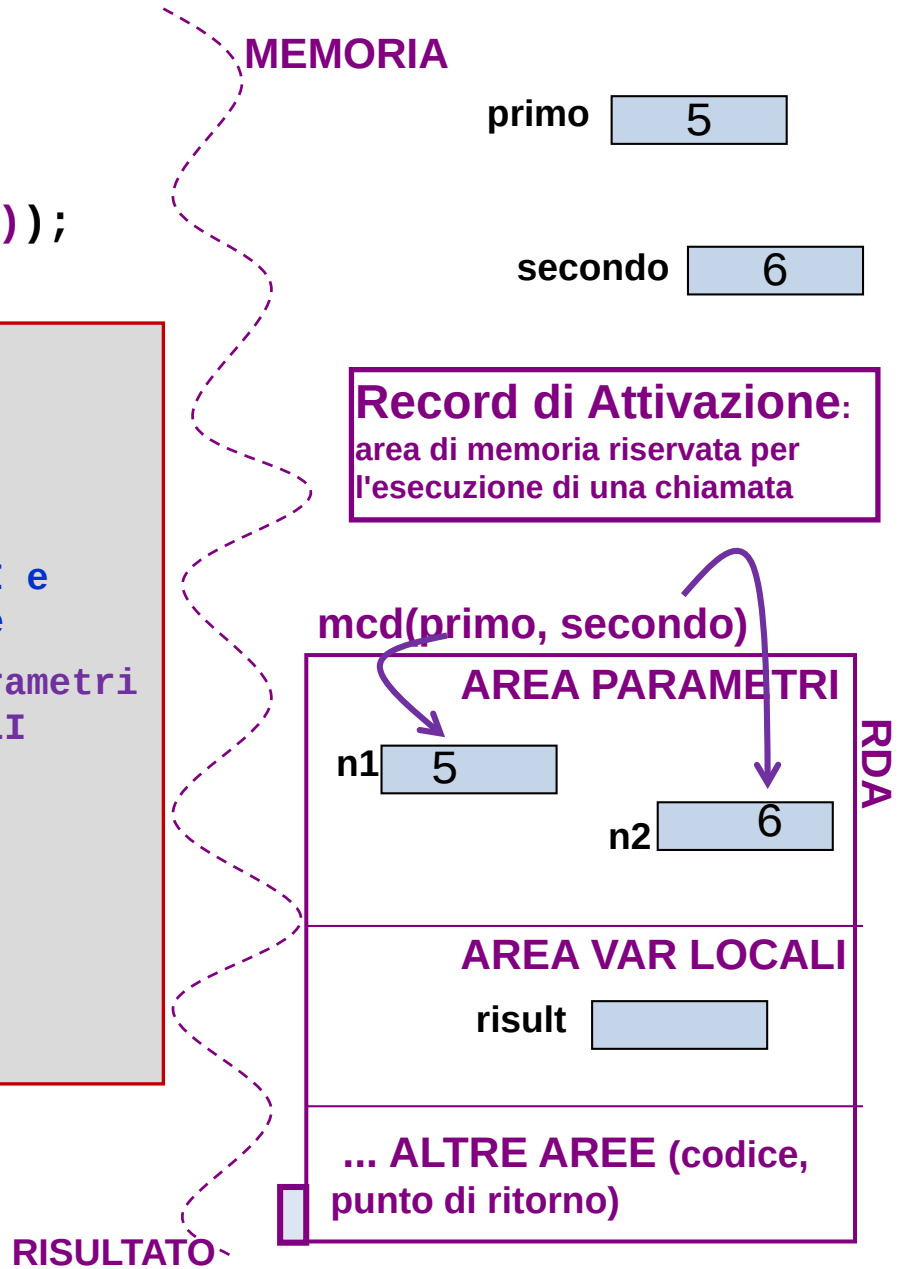
CHIAMATA di funzione,

- **PARAMETRI ATTUALI: primo, secondo**
- **esecuzione della FUNZIONE CHIAMANTE: SOSPESA**

ATTIVAZIONE della FUNZIONE CHIAMATA

1) **Allocazione RDA, in cui parametri FORMALI e variabili locali hanno locazioni dedicate**
2) **passaggio dei parametri: i valori dei parametri ATTUALI sono copiati nei parametri FORMALI**

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
...
return risult;  }
```



Chiamata ed Attivazione di funzione – RDA –

```
#include <stdio.h>
int main() {
   int primo, secondo;
  ...
  printf("mcd=%d\n", mcd(primo, secondo));
return 0;    }
```

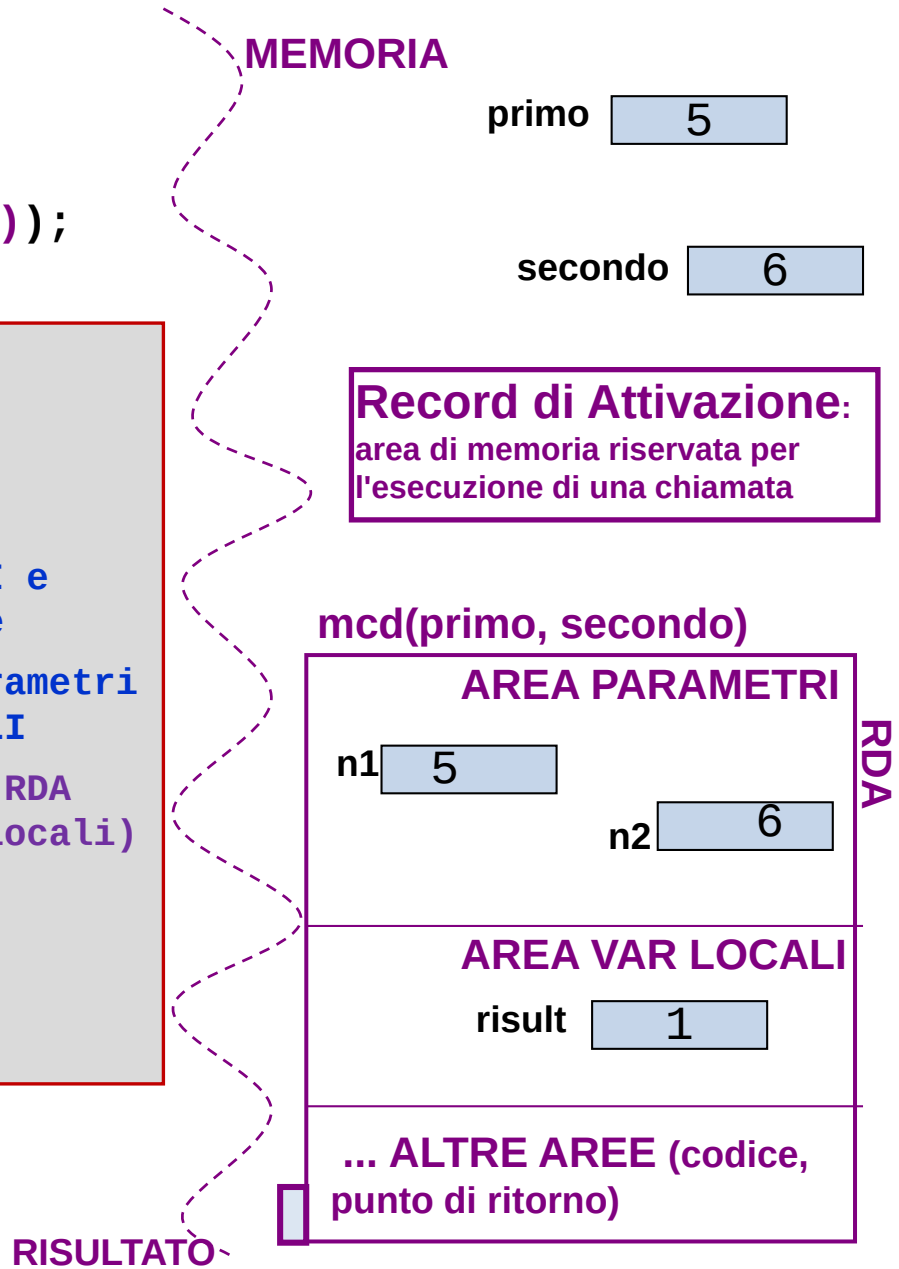
CHIAMATA di funzione,

- **PARAMETRI ATTUALI**: primo, secondo
- esecuzione della **FUNZIONE CHIAMANTE**: **SOSPESA**

ATTIVAZIONE della FUNZIONE CHIAMATA

1) Allocazione RDA, in cui parametri FORMALI e variabili locali hanno locazioni dedicate
2) passaggio dei parametri: i valori dei parametri ATTUALI sono copiati nei parametri FORMALI
3) esecuzione del codice della funzione nel RDA (usa solo parametri formali e variabili locali)
4)

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
...
return risult;  }
```



Chiamata ed Attivazione di funzione – RDA –

```
#include <stdio.h>
int main() {
   int primo, secondo;
  ...
  printf("mcd=%d\n", mcd(primo, secondo));
return 0;    }
```

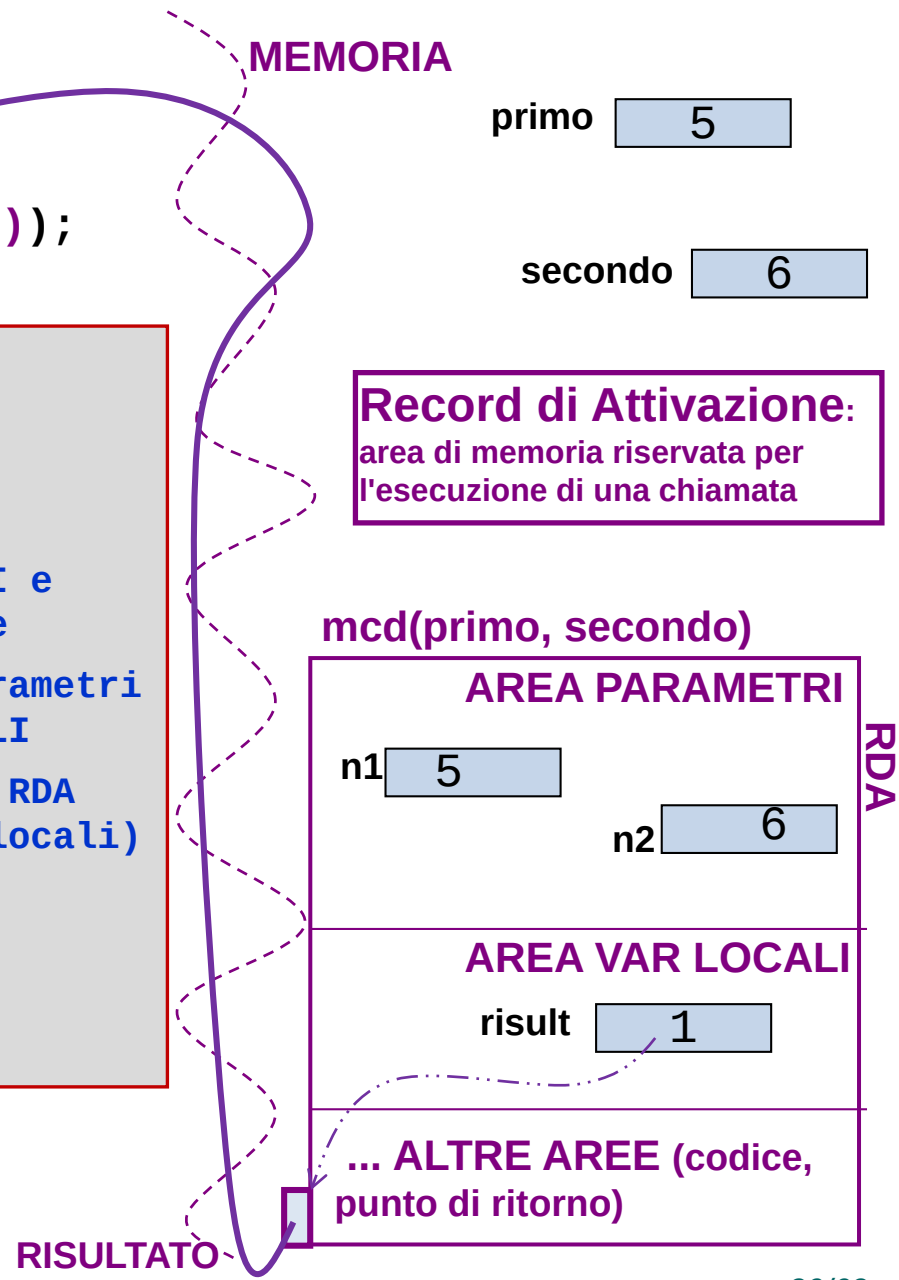
CHIAMATA di funzione,

- **PARAMETRI ATTUALI**: primo, secondo
- esecuzione della **FUNZIONE CHIAMANTE**: **SOSPESA**

ATTIVAZIONE della FUNZIONE CHIAMATA

1) Allocazione RDA, in cui parametri FORMALI e variabili locali hanno locazioni dedicate
2) passaggio dei parametri: i valori dei parametri ATTUALI sono copiati nei parametri FORMALI
3) esecuzione del codice della funzione nel RDA (usa solo parametri formali e variabili locali)
4) terminazione della funzione chiamata
   - restituzione del risultato
   - deallocazione RDA
   - ripresa della funzione chiamante

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
...
return risult;    }
```



Chiamata ed Attivazione di funzione – RDA –

```
#include <stdio.h>
int main() {
   int primo, secondo;
  ...
  printf("mcd=%d\n", mcd(primo, secondo));
return 0;    }
```

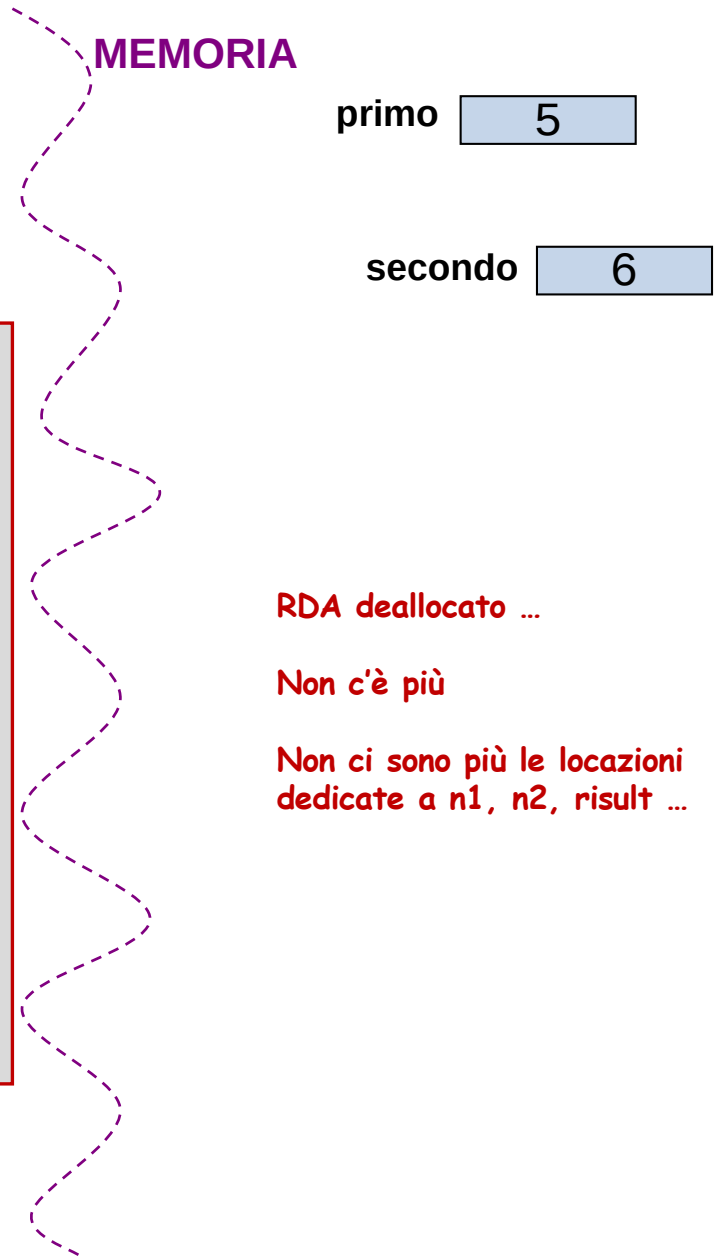
CHIAMATA di funzione,

- **PARAMETRI ATTUALI: primo, secondo**
- **esecuzione della FUNZIONE CHIAMANTE: SOSPESA**

ATTIVAZIONE della FUNZIONE CHIAMATA

1) **Allocazione RDA, in cui parametri FORMALI e variabili locali hanno locazioni dedicate**
2) **passaggio dei parametri: i valori dei parametri ATTUALI sono copiati nei parametri FORMALI**
3) **esecuzione del codice della funzione nel RDA (usa solo parametri formali e variabili locali)**
4) **terminazione della funzione chiamata**
   - **restituzione del risultato**
   - **deallocazione RDA**
   - **ripresa della funzione chiamante**

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
...
return risult;  }
```



RDA deallocato …

Non c'è più

Non ci sono più le locazioni dedicate a n1, n2, risult …

controlli sulle chiamate di funzione

Il compilatore determina se una chiamata è legittima, in base al fatto di conoscere la funzione e ai tipi di dati coinvolti nell'istruzione in cui appare la chiamata

```
#include <stdio.h>

int mcdFun (int n1, int n2) {
   while (n1 != n2)
      if (n2>n1)
         n2=n2-n1;
      else n1-=n2;
return(n1);
}

int main () {                          int n, m, mcd;
  printf("fornire i due numeri: ");
  scanf("%d %d", &n, &m);

  mcd = mcdFun(n,m);
  printf("il massimo comun divisore tra %d e %d", n,m);
  printf(" è %d\n", mcd);          /* prosecuzione output */
…
```

controlli sulle chiamate di funzione

Il compilatore determina se una chiamata è legittima, in base
al fatto di conoscere la funzione
e ai tipi di dati coinvolti nell'istruzione in cui appare la chiamata

```
#include <stdio.h>

int mcdFun (in
   while (n1
      if (n2>n
         n2=n2
      else n1=
return(n1);
}

int main () {
  printf("form
  scanf("%d %d
```

CHIAMATA della funzione mcd, che avviene nell'ambito di una istruzione di assegnazione presente nel programma;

Quando il programma viene compilato, la legittimità delle istruzioni viene controllata; in particolare viene controllata la legittimità di questa chiamata:
a "tempo di compilazione" il Compilatore

- **conosce la funzione mcdFun:** sa che si chiama mcdFun, che restituisce un valore intero e che riceve due valori interi (quando il compilatore arriva qui ha già visto la definizione della funzione … ci è già "passato sopra" … infatti la definizione sta più su di qui nel file …)
- **controlla la chiamata e decide che**
  - **la chiamata di mcdFun(n,m) è corretta** (ha parametri attuali del numero e tipo giusto)
  - **il risultato della chiamata è del tipo giusto** per l'uso che se ne vuol fare nell'istruzione di assegnazione

Quindi la chiamata è legittima

```
  mcd = mcdFun(n,m);
  printf("il massimo comun divisore tra %d e %d", n,m);
  printf(" è %d\n", mcd);          /* prosecuzione output */
…
```

controlli sulle chiamate di funzione

Il compilatore determina se una chiamata è legittima, in base
al fatto di conoscere la funzione
e ai tipi di dati coinvolti nell'istruzione in cui appare la chiamata

```
#include <stdio.h>

int mcdFun (int n1, int n2) {
   while (n1 != n2)
      if (n2>n1)
         n2=n2-n1;
      else n1-=n2;
return(n1);
}

int main () {        int n, m, mcd, p;
  printf("fornire i due numeri: ");
  scanf("%d %d", &n, &m);

 … mcdFun(n);         /* ☺ */
 … mcdFn(n,m);        /* ☺  */
 … mcdFun(n, m, p);   /* ☺  */
```

controlli sulle chiamate di funzione

Il compilatore determina se una chiamata è legittima, in base al fatto di conoscere la funzione e ai tipi di dati coinvolti nell'istruzione in cui appare la chiamata

```
#include <stdio.h>

int mcdFun (int n1, int n2) {
   while (n1 != n2)
      if (n2>n1)
         n2=n2-n1;
      else n1-=n2;
return(n1);
}

int main () {        int n, m, mcd, p;
  printf("fornire i due numeri: ");
  scanf("%d %d", &n, &m);

 … mcdFun(n);         /* non corretta (too few parameters) */
 … mcdFn(n,m);        /* linker error (funzione non nota) */
 … mcdFun(n, m, p);    /* non corretta (too many …)*/
```

Sui controlli delle chiamate ci sono degli approfondimenti interessanti ma un po' complicati da capire al volo.
Richiedono un po' di riflessione.

Vedi Approfondimenti

definizione Vs. DICHIARAZIONE di funzione

```
#include <stdio.h>

double cube (double );

int main () {        double num, cub;
  printf("Gentile utente, dammi un numero …: ");
  scanf("%lf", &num);

  cub = cube(num);
  printf("voilà ... %g\n", cub);

printf("FINE\n");
return 0;
}


                /* DEFINIZIONE di cube()*/
double cube (double d) {
 double ris;
 ris = d*d*d;
return(ris);
}
```

Questa è una dichiarazione della funzione cube;
dichiara, per il compilatore, qual è la intestazione della funzione, così i tipi del risultato e dei parametri sono noti al compilatore, prima che la funzione cube venga usata/chiamata

nella dichiarazione servono
- **nome della funzione**
- **tipo del risultato**
- **tipi dei parametri**

i nomi dei parametri non sono necessari nella dichiarazione (ma si possono mettere se si vuole, tanto il compilatore non sa che farsene)

```
double cube (double d)

double cube (double pippo)
```

(I nomi dei parametri sono evidentemente necessari nella DEFINIZIONE)

Tipo void

void è il "tipo nullo".
è utile soprattutto (almeno per ora) quando si vogliono definire funzioni che non devono restituire un risultato alla funzione chiamante.

```
/* funzione che si occupa di stampare sul video molti 47 */

void stampaMolti47 (int q) {
   int i;

   for (i=0; i<q; i++)
           printf("sempre lui: %d\n", fun47());

return;  /* nulla da restituire come risultato: return per
         terminare l'esecuzione della funzione e basta  */
}
```

```
int fun47 () {
return 47;
}
```

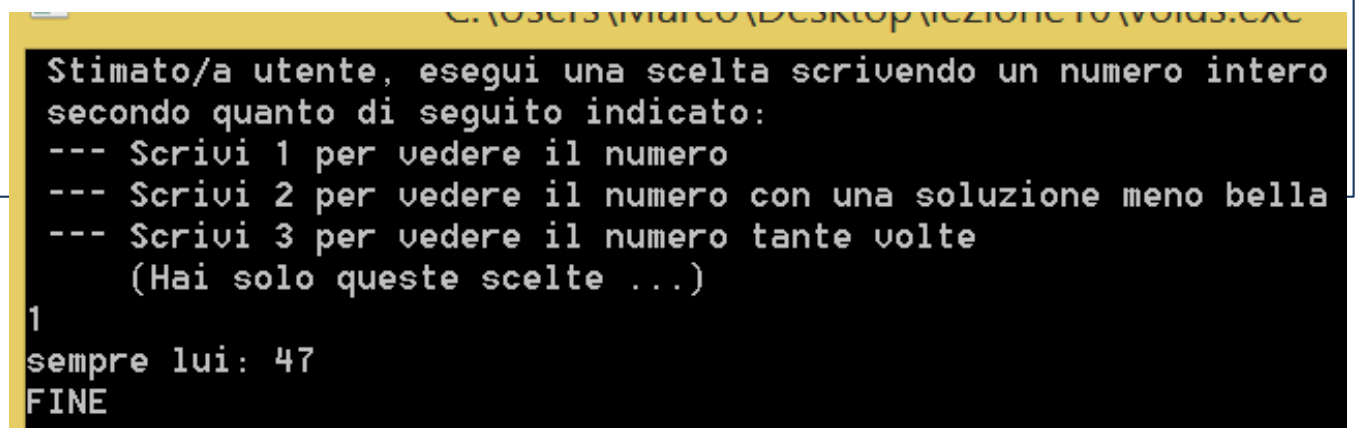
```
int menoFun47 (void) {
return 47;
}
```

void si può usare anche per specificare che "non ci sono parametri formali in una funzione" (ma per questo basta non mettere nulla tra le parentesi …)

Tipo void - 2

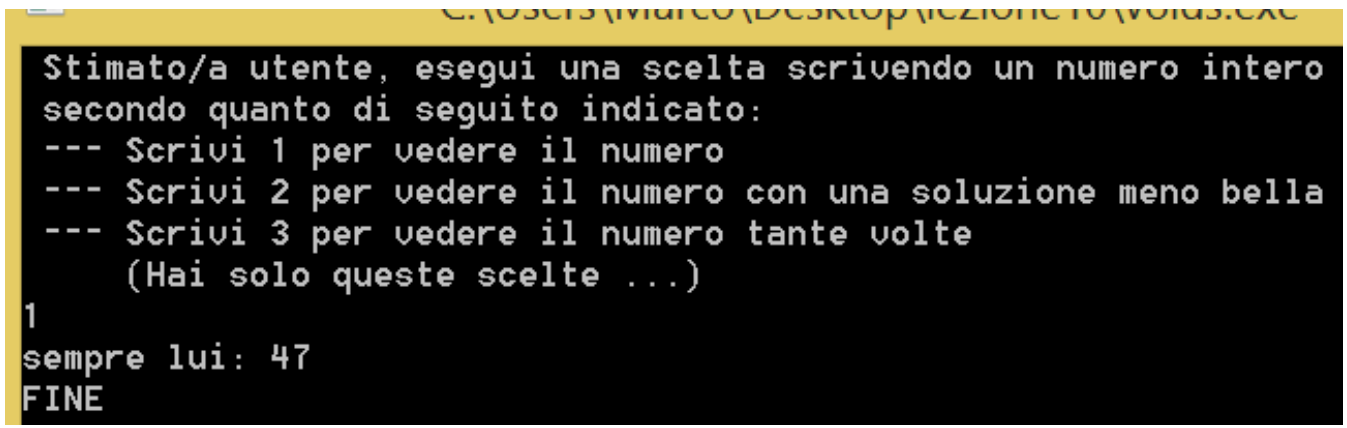
Programma che usa le funzioni definite prima

```
void menu();
int fun47 ();
int menoFun47 (void);
void stampaMolti47 (int );

int main () {
  int scelta, quanteVolte;

  printf(" Stimato/a utente, …: \n");

  menu();
  scanf("%d", &scelta);

  if (scelta==1)
…
```



Tipo void - 3

```
/* funzione per stampare un menù di scelte */
void menu() {
   printf(" --- Scrivi 1 per vedere il numero\n");
   printf(" --- Scrivi 2 per vedere il numero con una soluzione meno bella
                                                                    \n");
   printf(" --- Scrivi 3 per vedere il numero tante volte\n");
   printf("     (Hai solo queste scelte ...)\n");
return;          /* nulla da restituire come risultato: return per
                    terminare l'esecuzione della funzione e basta */
}
```



Tipo void - 4

```
void menu();
int fun47 ();
int menoFun47 (void)
void stampaMolti47 (

int main () {
  int scelta, quante
  printf(" Stimato/a

  menu();
  scanf("%d", &scelta);

  if (scelta==1)
     printf("sempre lui: %d\n", fun47());
  else if (scelta==2)
          printf("ancora e sempre lui: %d\n", menoFun47());
  else if (scelta==3) {
          printf("ah! Dimmi quante volte …: ");
          scanf("%d", &quanteVolte);
          stampaMolti47(quanteVolte);
       }
  else … ?
```

```
Stimato/a utente, esegui una scelta scrivendo un numero intero
secondo quanto di seguito indicato:
--- Scrivi 1 per vedere il numero
--- Scrivi 2 per vedere il numero con una soluzione meno bella
--- Scrivi 3 per vedere il numero tante volte
    (Hai solo queste scelte ...)
1
sempre lui: 47
FINE
```

chiamate

Tipo void - 5

```
void menu();
int fun47 ();
int menoFun47 (void)
void stampaMolti47 (

int main () {
  int scelta, quante
  printf(" Stimato/a

  menu();
  scanf("%d", &scelta);

  if (scelta==1)
     printf("sempre lui: %d\n", fun47());
  else if (scelta==2)
          printf("ancora e sempre lui: %d\n", menoFun47());
  else if (scelta==3) {
          printf("ah! Dimmi quante volte …: ");
          scanf("%d", &quanteVolte);
          stampaMolti47(quanteVolte);
       }
  else … ?
```

```
Stimato/a utente, esegui una scelta scrivendo un numero intero
secondo quanto di seguito indicato:
--- Scrivi 1 per vedere il numero
--- Scrivi 2 per vedere il numero con una soluzione meno bella
--- Scrivi 3 per vedere il numero tante volte
    (Hai solo queste scelte ...)
2
ancora e sempre lui: 47
FINE
```

Tipo void - 6

```
void menu();
int fun47 ();
int menoFun47 (
void stampaMolt

int main () {
  int scelta, q
  printf(" Stim

  menu();
  scanf("%d", &

  if (scelta==
     printf("
  else if (scelta==2)
          printf("ancora e sempre lui: %d\n", menoFun47());
  else if (scelta==3) {
          printf("ah! Dimmi quante volte …: ");
          scanf("%d", &quanteVolte);
          stampaMolti47(quanteVolte);
       }
  else … ?
```

```
Stimato/a utente, esegui una scelta scrivendo un numero intero
secondo quanto di seguito indicato:
--- Scrivi 1 per vedere il numero
--- Scrivi 2 per vedere il numero con una soluzione meno bella
--- Scrivi 3 per vedere il numero tante volte
    (Hai solo queste scelte ...)
3
ah! Dimmi quante volte vorresti veder stampato quel numero: 7
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
FINE
```

Tipo void - 6

```
void menu();
int fun47 ();
int menoFun47
void stampaMo

int main () {
  int scelta,
  printf(" St
```

```
Stimato/a utente, esegui una scelta scrivendo un numero intero
secondo quanto di seguito indicato:
--- Scrivi 1 per vedere il numero
--- Scrivi 2 per vedere il numero con una soluzione meno bella
--- Scrivi 3 per vedere il numero tante volte
    (Hai solo queste scelte ...)
42
come hai potuto? Scelta sbagliata. Addio.
FINE
```

```
  menu();
  scanf("%d", &scelta);

  if (scelta==1)
     printf("sempre lui: %d\n", fun47());
  else if (scelta==2)
          printf("ancora e sempre lui: %d\n", menoFun47());
  else if (scelta==3) {
          printf("ah! Dimmi quante volte …: ");
          scanf("%d", &quanteVolte);
          stampaMolti47(quanteVolte);
       }
  else … ?  ☺
```

Tipo void - 7

```
void menu();
int fun47 ();
int menoFun47 (
void stampaMolt

int main () {
  int scelta, q
  printf(" Stim

  menu();
  scanf("%d", &

  if (scelta==1)
     printf("sempre lui: %d\n", fun47());
  else if (scelta==2)
          printf("ancora e sempre lui: %d\n", menoFun47());
  else if (scelta==3) {
          printf("ah! Dimmi quante volte …: ");
          scanf("%d", &quanteVolte);
          stampaMolti47(quanteVolte);
       }
  else printf("come hai potuto? Scelta sbagliata. Addio.\n");

printf("FINE\n");
return 0;
}
```

```
Stimato/a utente, esegui una scelta scrivendo un numero intero
secondo quanto di seguito indicato:
--- Scrivi 1 per vedere il numero
--- Scrivi 2 per vedere il numero con una soluzione meno bella
--- Scrivi 3 per vedere il numero tante volte
    (Hai solo queste scelte ...)
42
come hai potuto? Scelta sbagliata. Addio.
FINE
```

Esercizio: potenze

```
#include <stdio.h>

double potenza (double, int );    /* dichiarazione della funzione che calcola

int m
  int
  dou

 do {
   pr
   sc

   if

   } e
   el
 } wh

printf ("\nFINE programma\n");
return 0;
}

double potenza(double num, int exp) {
…
return ris;
}
```

```
caro/a utente, dammi un reale e un esponente intero
che ti calcolo la potenza (esponente=1000 per finire): 3 4
 --- 3 elevato alla 4 = 81

caro/a utente, dammi un reale e un esponente intero
che ti calcolo la potenza (esponente=1000 per finire): 4 3
 --- 4 elevato alla 3 = 64

caro/a utente, dammi un reale e un esponente intero
che ti calcolo la potenza (esponente=1000 per finire): 12321 1000
... ok, torna quando vuoi!


FINE programma
```

Esercizio: potenze

Algoritmo: leggiamo numero ed esponente tante volte; ogni volta calcoliamo e stampiamo la potenza di numero elevato ad esponente; se l'esponente è mille non si ripete più

0) ?
1) **ripeti**
    1.1) chiedere/leggere numero ed esponente
    1.2) **se** esponente non è 1000
        1.2.1)
            ...
            ...
        altrimenti
            1.2.3) stampare un addio
   mentre esponente è diverso da 1000
2) fine programma

Esercizio: potenze

Algoritmo: leggiamo numero ed esponente tante volte; ogni volta calcoliamo e stampiamo la potenza di numero elevato ad esponente; se l'esponente è mille non si ripete più

0) ?
1) **ripeti**
    1.1) chiedere/leggere **numero** ed **esponente**
    1.2) **se** esponente non è 1000
        1.2.1) calcolare **numero** elevato ad **esponente** e metterlo in una variabile **risultatoPotenza**
        1.2.2) e poi stampare **risultatoPotenza**

    altrimenti
        1.2.3) stampare un addio

   mentre esponente è diverso da 1000

2) fine programma

Esercizio: potenze

Algoritmo: leggiamo numero ed esponente tante volte; ogni volta calcoliamo e stampiamo la potenza di numero elevato ad esponente; se l'esponente è mille non si ripete più

Pero` l'elevazione a potenza e` un interessante sottoproblema: risolviamolo con una funzione, `potenza()` in modo che poi l'algoritmo diventi

0) numero (reale), esponente (intero); risPotenza (il risultato);
1) ripeti
    1.1) chiedere/leggere **numero** ed **esponente**
    1.2) se **esponente** non è 1000
        1.2.1) **risultatoPotenza = potenza()** applicata a **numero** ed **esponente**
        1.2.2) e stampare **risultatoPotenza**
    altrimenti
        1.2.3) stampare un addio
  mentre **esponente** è diverso da 1000
2) fine programma

Come sara` la **chiamata** di potenza()?

Quale sara` **l'algoritmo** della funzione potenza()

Quale sara` la **definizione** della funzione potenza()

Quale sara` il **prototipo** (**dichiarazione**) della funzione potenza()

Esercizio: potenze - prima rifiniamo la main(), poi pensiamo alla funzione potenza()

```
#include <stdio.h>

double potenza (double, int );    /* dichiarazione della funzione che calcola
                                  la potenza di un numero elevato ad un esponente */

int main () {
  int esponente;
  double numero, risPotenza;

 do {
   printf ("caro/a utente, … 1000 per finire): ");
   scanf("%lf %d", &numero, &esponente);

   if (esponente!=1000) {
      risPotenza = potenza(numero, esponente);
      printf (" --- %g elevato alla %d = %g \n\n", numero, esponente, risPotenza);
   }
   else printf ("... ok, torna quando vuoi!\n\n");
 } while (esponente!=1000);

printf ("\nFINE programma\n");
return 0;
}

double potenza(double num, int exp) {
…
return ris;
}
```

0) numero (reale), esponente (intero); risPotenza (il risultato);
1) ripeti
    1.1) chiedere/leggere numero ed esponente
    1.2) se esponente non è 1000
        1.2.1) risultatoPotenza = potenza() applicata a numero ed esponente
        1.2.2) e stampare risultatoPotenza
    altrimenti
        1.2.3) stampare un addio
  mentre esponente è diverso da 1000
2) fine programma

Esercizio: potenze - prima rifiniamo la main(), poi pensiamo alla funzione potenza()

```
#include <stdio.h>

double potenza (double, int );    /* dichiarazione della funzione che calcola
                                  la potenza di un numero elevato ad un esponente */

int main () {
  int esponente;
  double numero, risPotenza;

 do {
   printf ("caro/a utente, … 1000 per finire): ");
   scanf("%lf %d", &numero, &esponente);

   if (esponente!=1000) {
      risPotenza = potenza(numero, esponente);
      printf (" --- %g elevato alla %d = %g \n\n", numero, esponente, risPotenza);
   }
   else printf ("... ok, torna quando vuoi!\n\n");
 } while (esponente!=1000);

printf ("\nFINE programma\n");
return 0;
}

double potenza(double num, int exp) {
…
return ris;
}
```

Possiamo, tutto sommato, fare a meno della variabile risPotenza, se ricordiamo che
"una chiamata di funzione svolge il ruolo di una espressione, la cui valutazione non e` altro che il risultato restituito"

Come si puo` eliminare risPotenza, senza sostituirna con un'altra variabile e sempre stampando il risultato con la medesima printf()?

Vedi Approfondimenti

Esercizio: potenze – ok, definiamo potenze()

```
#include <stdio.h>

double potenza (double

int main () {
  int esponente;
  double numero, poter

 do {
   printf ("caro/a ute
   scanf("%lf %d", &nu

   if (esponente!=1000) {
      poten
      print
   }
   else pri
 } while (es

printf ("\n
return 0;
}
```

```
caro/a utente, dammi un reale e un esponente intero
che ti calcolo la potenza (esponente=1000 per finire): 3 4
 --- 3 elevato alla 4 = 81

caro/a utente, dammi un reale e un esponente intero
che ti calcolo la potenza (esponente=1000 per finire): 4 3
 --- 4 elevato alla 3 = 64

caro/a utente, dammi un reale e un esponente intero
che ti calcolo la potenza (esponente=1000 per finire): 12321 1000
... ok, torna quando vuoi!


FINE programma
```

Algoritmo per calcolare la potenza di num elevato a exp

0) usiamo la variabile reale ris
1) ☺
2) ☺
3) restituire ris alla funzione chiamante

```
double potenza(double num, int exp) {
…
return ris;
}
```

Esercizio: potenze – ok, definiamo potenze()

```
#include <stdio.h>

double potenza (double

int main () {
  int esponente;
  double numero, poter

 do {
   printf ("caro/a ute
   scanf("%lf %d", &nu

   if (esponente!=1000) {
      poten
      print
   }
   else pri
 } while (es

printf ("\n
return 0;
}
```

```
caro/a utente, dammi un reale e un esponente intero
che ti calcolo la potenza (esponente=1000 per finire): 3 4
 --- 3 elevato alla 4 = 81

caro/a utente, dammi un reale e un esponente intero
che ti calcolo la potenza (esponente=1000 per finire): 4 3
 --- 4 elevato alla 3 = 64

caro/a utente, dammi un reale e un esponente intero
che ti calcolo la potenza (esponente=1000 per finire): 12321 1000
... ok, torna quando vuoi!


FINE programma
```

Algoritmo per calcolare la potenza di num elevato a exp

0) serve la variabile ris
1) inizializzare ris = num;
2) per exp-1 volte, moltiplicare ris per num
3) restituire ris alla funzione chiamante

```
double potenza(double num, int exp) {
…
return ris;
}
```

Esercizio: potenze – ok, definiamo potenze()

```
#include <stdio.h>

double potenza (double, int );    /* dichiarazione della funzione che calcola
                                  la potenza di un numero elevato ad un esponente */

int main () {
  int esponente;
  double numero, potenzaVa

 do {
   printf ("caro/a utente,
   scanf("%lf %d", &numero

   if (esponente!=1000) {
      potenza = potenza(nu
      printf (" --- %g ele
   }
   else printf ("... ok, torna quando vuoi!\n\n");
 } while (esponente!=1000);

printf ("\nFINE programma\n");
return 0;
}
```

Algoritmo per calcolare la potenza di num elevato a exp

0) serve la variabile ris
1) inizializzare ris = num;
2) per exp-1 volte, moltiplicare ris per num **e assegnare a ris il risultato**
3) restituire ris alla funzione chiamante

```
double potenza(double num, int exp) {
  double ris=num;
  int i;

  for (i=1; i<exp; i++) {
    ris *= num;              /* ris = ris * num; */
  }
return ris;
}
```

Esercizio: potenze – alternativa per il calcolo della potenza

```
#include <stdio.h>

double potenza (double, int );    /* dichiarazione della funzione che calcola
                                  la potenza di un numero elevato ad un esponente */

int main () {
  int esponente;
  double numero, potenzaVa

 do {
   printf ("caro/a utente,
   scanf("%lf %d", &numero

   if (esponente!=1000) {
      potenza = potenza(nu
      printf (" --- %g ele
   }
   else printf ("... ok, torna quando vuoi!\n\n");
 } while (esponente!=1000);

printf ("\nFINE programma\n");
return 0;
}
```

Algoritmo per calcolare la potenza di num elevato a exp

0) serve la variabile ris
1) inizializzare ris = 1;
2) per exp volte, moltiplicare ris per num e assegnare a ris il risultato
3) restituire ris alla funzione chiamante

```
double potenza(double num, int exp) {
  double ris=1;
  int i;

  for (i=1; i<=exp; i++) {
    ris *= num;              /* ris = ris * num; */
  }
return ris;
}
```

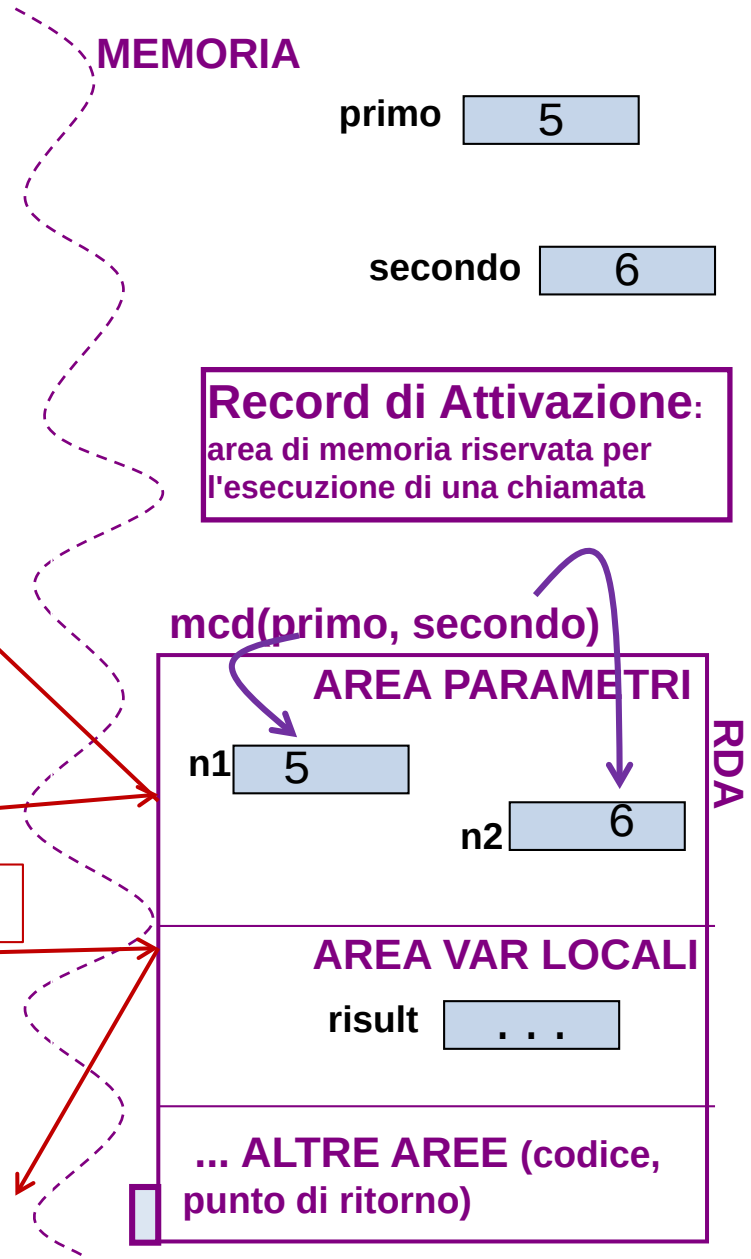
Visibilità delle variabili e dei parametri

Chi può usare le variabili locali di una funzione?
Solo la funzione!

Chi può usare i parametri formali di una funzione?
Solo la funzione

```
#include <stdio.h>
int main() {
  int primo, secondo;

 printf("...numeri... ");
 scanf("%d %d", &primo, &secondo);

n1 = 2873;

risult = 129;


printf("mcd=%d\n", mcd(primo, secondo));
return 0;
}
```

non compila nemmeno …



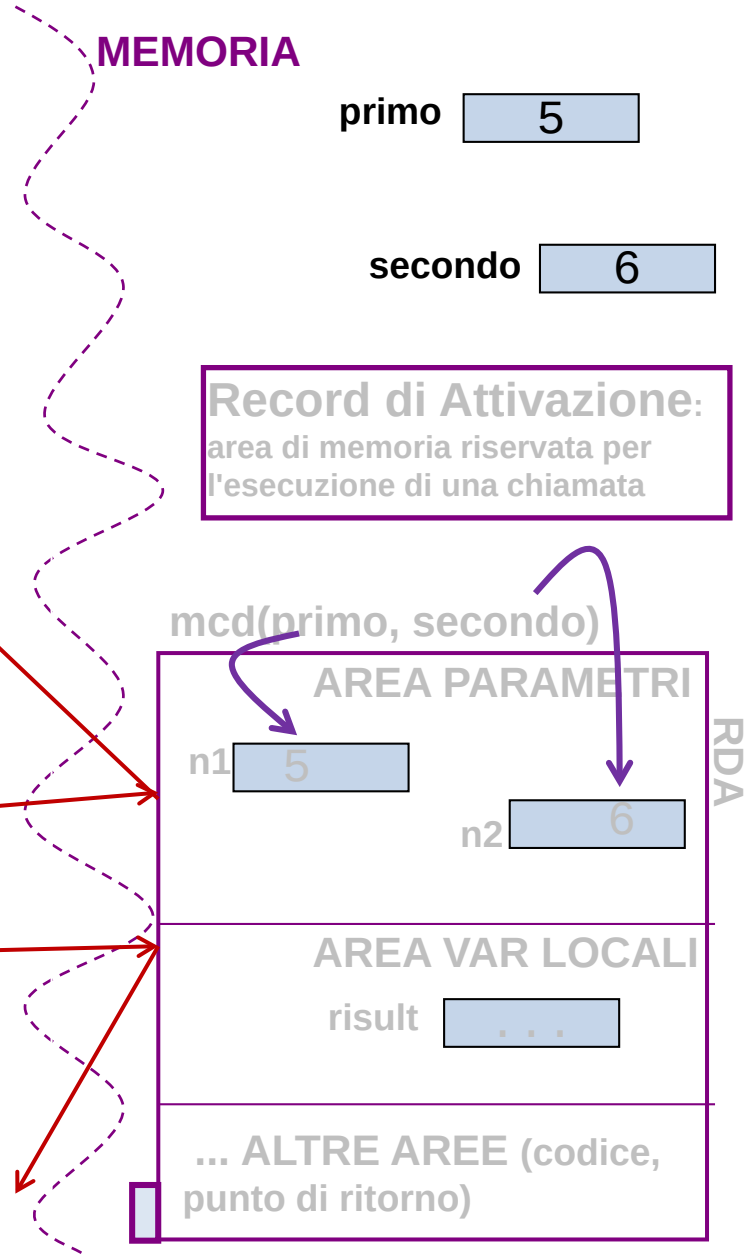
Ciclo di vita delle variabili e dei parametri

Esistono solo mentre la funzione è attivata (cioè mentre esiste il RDA che le contiene)

Quando la funzione termina, il RDA termina e le variabili locali e parametri non ci sono più (non sono più allocati in memoria)

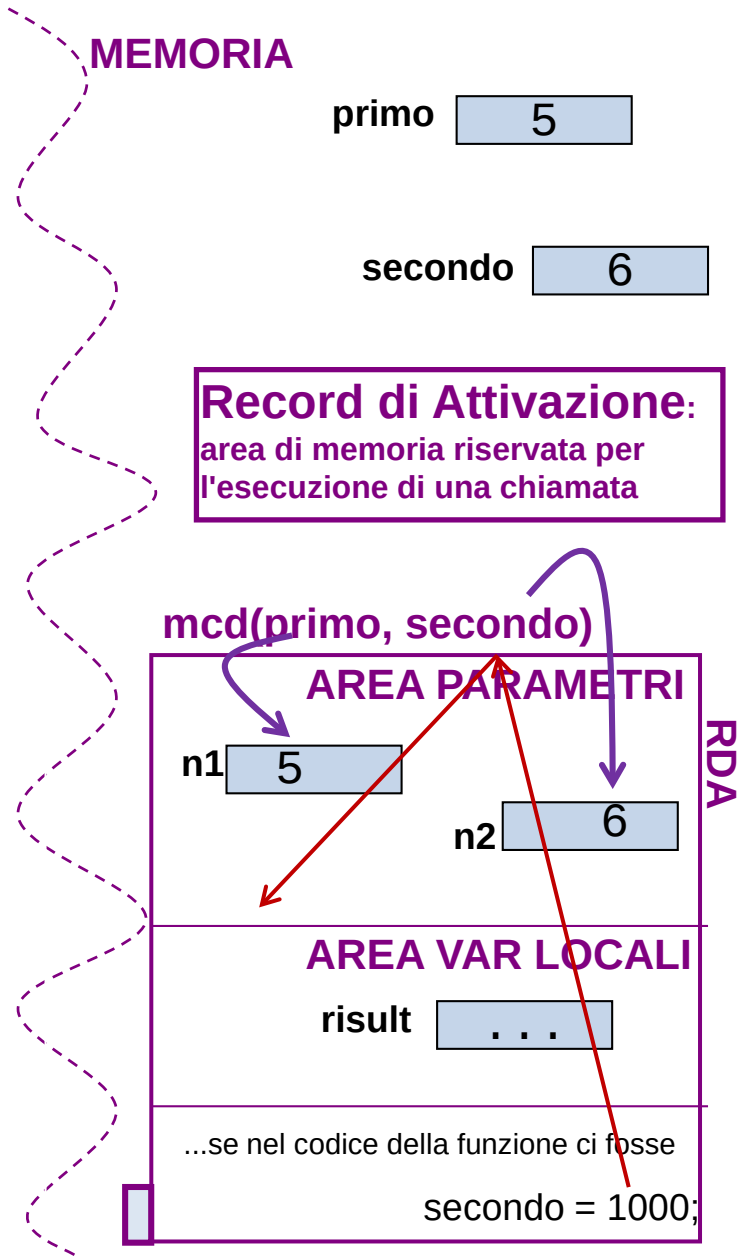
```
#include <stdio.h>
int main() {
  int primo, secondo;

 printf("...numeri... ");
 scanf("%d %d

n1 = 2873;

risult = 129;


printf("mcd=%
return 0;
}
```

non hanno senso … n1 e risult non esistono in questo punto del programma principale; e quando mcd viene chiamata esistono solo dentro al RDA … protetti



Quanto detto vale per qualsiasi funzione

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;

secondo = 1000;  /* tsk tsk … */

  while (n1!=n2)
     if (n2>n1)n2=n2-n;
     else n1-=n2;
  risult = n1;
return risult;
}

#include <stdio.h>
int main() {
  int primo, secondo;

 printf("...numeri... ");
 scanf("%d %d", &primo, &secondo);
printf("mcd=%d\n", mcd(primo, secondo));
return 0;
}
```



Stack delle chiamate di funzione

Quando una funzione ne chiama un'altra,
- la funzione chiamante rimane attivata, ma viene sospesa,
- la funzione chiamata viene attivata,
- e i RDA contengono lo stato di esecuzione delle funzioni attivate

ricordiamoci com'era il programma per stampare uno o molti 47 …

- la funzione main() chiamava le altre funzioni, a seconda della scelta espressa dall'utente
- La funzione stampaMolti47() era chiamata da main(), e chiamava fun47(), quindi era contemporaneamente una *funzione chiamata* e una *funzione chiamante*;

```
void stampaMolti47 (int quanti47) {

  for ( ; quanti47>0; quanti47--)
     printf("sempre lui: %d\n", fun47());
  }
return;
}
```

Stack delle chiamate: esempio

```
void menu();
int fun47 ();
int menoFun47 (void);
void stampaMolti47 (int );

int main () {
  int scelta, quanteVolte;
  printf(" Stimato/a utente, …: \n");

  menu();
  scanf("%d", &scelta);

  if (scelta==1)
     printf("sempre lui: %d\n", fun47());
  else if (scelta==2)
          printf("ancora e sempre lui: %d\n", menoFun47());
  else if (scelta==3) {
          printf("ah! Dimmi quante volte …: ");
          scanf("%d", &quanteVolte);
          stampaMolti47(quanteVolte);     /* questa chiamata stampa tante volte 47
                                             quanto vale la variabile quanteVolte */
  }
  else printf("come hai potuto? Scelta sbagliata. Addio.\n");
printf("FINE\n");
return 0;
}
```

```
Stimato/a utente, esegui una scelta scrivendo un numero intero
secondo quanto di seguito indicato:
--- Scrivi 1 per vedere il numero
--- Scrivi 2 per vedere il numero con una soluzione meno bella
--- Scrivi 3 per vedere il numero tante volte
    (Hai solo queste scelte ...)
3
ah! Dimmi quante volte vorresti veder stampato quel numero: 7
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
FINE
```

Vediamo l'evoluzione dei RDA durante l'esecuzione del programma mostrata in figura

Vedi Approfondimenti

Osservazioni

Come progettare una funzione

- algoritmo …
- quali parametri? Solo quelli indispensabili: i dati che occorrono alla funzione per fare il proprio lavoro

- double potenza (double numero, int esponente) ☺

- double potenza (double numero, int esponente, double temperaturaAmbiente) ☺

- int mcd (int n1, int n2) ☺

- double areaCerchio (double raggio, double pi) ☺

quali chiamate sono sensate?

Vedi Approfondimenti

Osservazioni

RESTITUIRE

è quel che fa la funzione al termine (a meno che non sia void)
cioe` produce un valore che poi puo` essere utilizzato nel prosieguo del programma

```
risPotenza = potenza (n, e)

printf("...%g...", risPotenza )
```

OK

```
double potenza(double num, int exp) {
  double ris=num;
  int i;

  for (i=1; i<exp; i++) {
    ris *= num;              /* ris = r
  }
return ris;
}
```

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
  while (n1!=n2)
     if (n2>n1)
       n2=n2-n;
     else n1-=n2;
  risult = n1;
printf("il risultato è %d", risult);
return 0;
}
```

KO

perche' ?

Vedi Approfondimenti

Vantaggi della programmazione per moduli

- **RIUSO:**

Avevamo da risolvere il problema **A**; lo abbiamo risolto con un programma in cui abbiamo anche programmato una funzione f() che risolveva il sottoproblema **SP**.
Ora stiamo risolvendo il problema **B**, in cui c'è il medesimo sottoproblema **SP**.

Fantastico! (se abbiamo programmato bene f() …)
possiamo riusare f() anche nel programma che risolve **B**

- **TEST**

Un programma diviso in moduli può essere testato più efficientemente di un programma che mette in fila tutte le sue istruzioni per pagine e pagine …
(more about that, in future)

- **SVILUPPO IN SQUADRA**

Se il programma viene progettato in modo da essere scomposto in moduli, ci si può dividere il lavoro con migliori possibilità di successo …

Tecniche della Programmazione, lez. 8

- Approfondimenti

What's Modulo? … verbose

Le funzioni di libreria risolvono sottoproblemi "generali", sottoproblemi che è ben noto possono presentarsi, sono previsti, e quindi sono anche già pre-risolti …
Ad esempio, le funzioni rese disponibili da <math.h> permettono di eseguire calcoli matematici con una semplice chiamata di funzione:

```
printf ("stampiamo la radice di val ... %f\n", sqrt(val));

printf ("n alla m … %d\n", exp(n,m));

printf ("valore assoluto di p … %d\n", fabs(p));
```

Un problema particolare può presentare invece un sottoproblema non generale, o comunque meno generale della stampa di dati o del calcolo della radice quadrata … per quel problema non c'è già una soluzione disponibile tramite una funzione di libreria … allora il programmatore può (o deve) programmare una soluzione al sottoproblema in una *funzione definita dal programmatore ….*

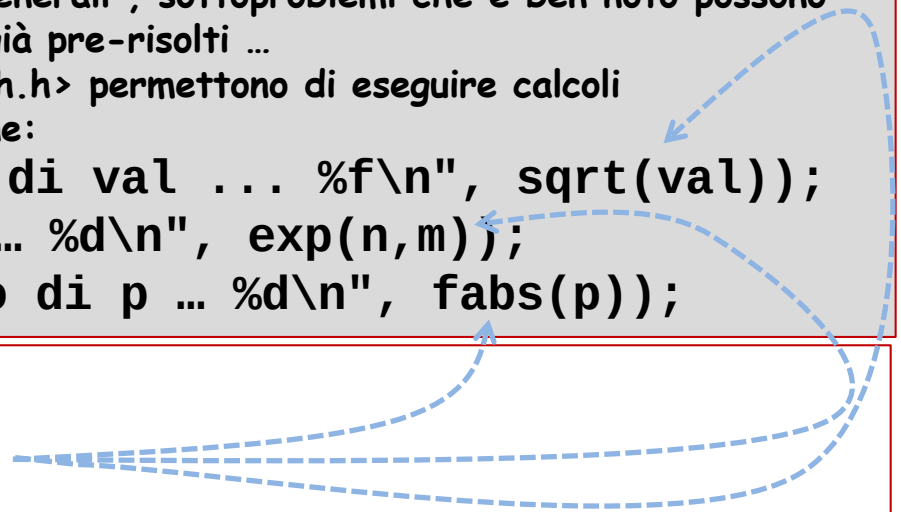
Ad esempio un programma che calcola molti MCD può aver bisogno di una funzione che calcoi l'MCD di due numeri dati: chianiamola `miaFunzioneMCD`.
Se tale funzione viene progettata ed implementata, allora poi sarà possibile chiamarla in esecuzione ogni volta che serve, così come faremmo con sqrt().

```
maxComunDiv = miaFunzioneMCD(n,m)
```

What's Modulo?

Le funzioni di libreria risolvono sottoproblemi "generali", sottoproblemi che è ben noto possono presentarsi, sono previsti, e quindi sono anche già pre-risolti …
Ad esempio, le funzioni rese disponibili da <math.h> permettono di eseguire calcoli matematici con una semplice chiamata di funzione:

```
printf ("stampiamo la radice di val ... %f\n", sqrt(val));
        printf ("n alla m … %d\n", exp(n,m));
    printf ("valore assoluto di p … %d\n", fabs(p));
```



QUESTE SONO Chiamate di funzioni
… di libreria, ma comunque funzioni …

l'esecuzione della chiamata consiste nella esecuzione della funzione sui dati forniti dai parametri

la chiamata svolge il ruolo di una ESPRESSIONE … il valore risultante viene usato nel contesto in cui la chiamata è stata fatta

Negli esempi sopra le chiamate producono un valore che viene stampato, ma **una chiamata può essere anche fatta in altri contesti …**

ad esempio in una istruzione di assegnazione …

```
rad = sqrt(val);
```

ma può anche direttamente essere una istruzione

```
stampaMenu();
printf( "…", … );
```

Altre frecce? Quali altre chiamate ci sono qui? ☺

What's Modulo?

Le funzioni di libreria risolvono sottoproblemi "generali", sottoproblemi che è ben noto possono presentarsi, sono previsti, e quindi sono anche già pre-risolti …
Ad esempio, le funzioni rese disponibili da <math.h> permettono di eseguire calcoli matematici con una semplice chiamata di funzione:

```
printf ("stampiamo la radice di val ... %f\n", sqrt(val));
printf ("n alla m … %d\n", exp(n,m));
printf ("valore assoluto di p … %d\n", fabs(p));
```

QUESTE SONO Chiamate di funzioni

l'esecuzione della chiamata consiste nella esecuzione della funzione sui dati forniti dai parametri

la chiamata svolge il ruolo di una ESPRESSIONE … il valore risultante viene usato nel contesto in cui la chiamata è stata fatta

In questi esempi le chiamate producono un valore che viene stampato, ma una chiamata può essere anche fatta in altri contesti …

ad esempio in una istruzione di assegnazione …

```
rad = sqrt(val);
```

ma può anche direttamente essere una istruzione

```
stampaMenu();
printf( "…", … );
```

(in questi ultimi due casi, il valore prodotto dalla chiamata, se c'è, non viene usato dal programma …)

- ….

Chiamata ... e ordine di esecuzione

```
#include <stdio.h>
...
definizione miaFunzioneMCD().
...
int main () {
...
   mxComDiv = miaFunzioneMCD(n,m);
...
return 0;
}
```

CHIAMATA

- Main program: realizzato da `int main()`
- Funzioni di libreria: ottenute con le inclusioni
  - il programma principale "chiamà' una fun
    aggiungendo dei *parametri* che verranno
    ite dal programmatore, ne
  - che chiamate "moduli' del
    solve, quando viene chiam
    problema generale affrontato dal programma

Terminazione della funzione main()
Con «return» termina qualsiasi funzione

La funzione int main() è quella che usiamo per definire il programma principale cui stiamo lavorando.

Il programma principale è quello che organizza a più alto livello la soluzione del problema.
Per risolvere sottoproblemi il programma principale chiama, ove serve, altre funzioni
- **ad essere eseguite**
- **e a produrre così un risultato che è la soluzione del sottoproblema**

Quando il programma principale chiama una funzione, questa
«prende il controllo dell'esecuzione»
ed il programma principale si sospende.

Al termine dell'esecuzione della chiamata, il programma principale riprende la sua esecuzione dal punto in cui si era interrotto.

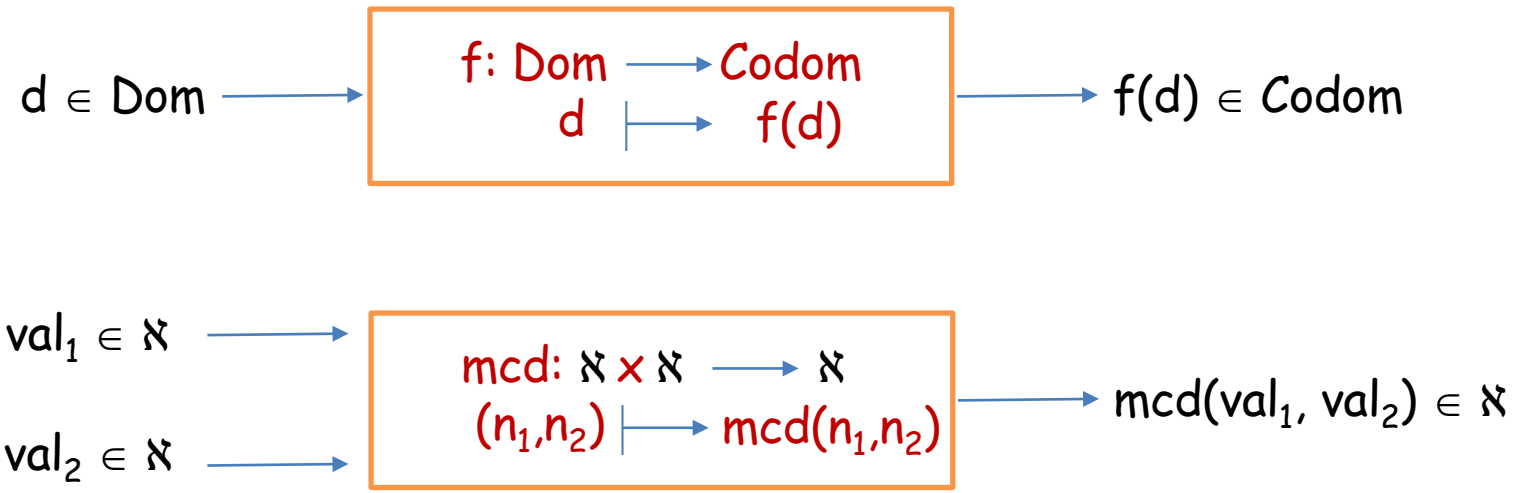
E questo vale per qualsiasi funzione (ogni funzione potrebbe chiamare in aiuto un'altra funzione, per risolvere un suo sottoproblema …)

- Il main program int main() è anche lei una funzione
- Tutti i moduli vengono compilati (o sono già compilati, come succede per le funzioni di libreria), e poi, mediante linking, si ottiene il programma rilocabile (e poi eseguibile)

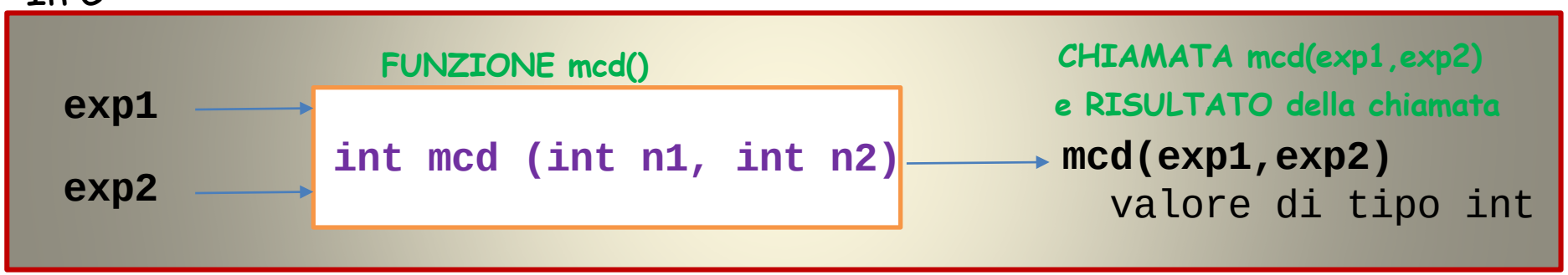
Funzioni

`funType functionName (paramType_1 param1, …, paramType_n param_n) {…}`

Una funzione C è molto simile alla funzione matematica che siamo abituati a trattare …



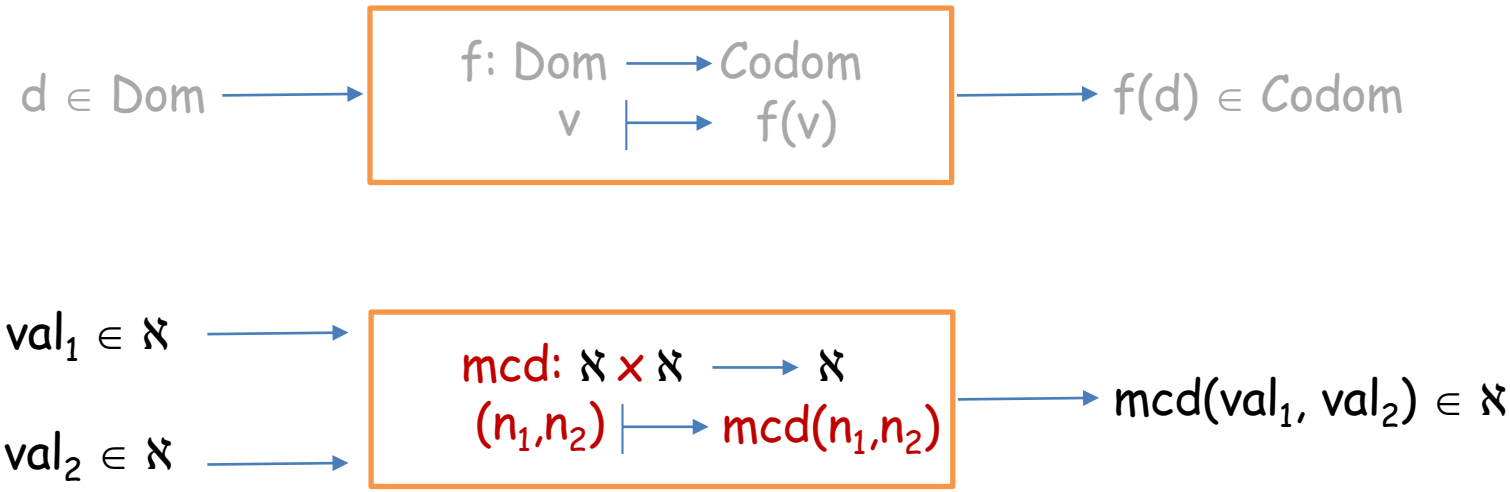
In C



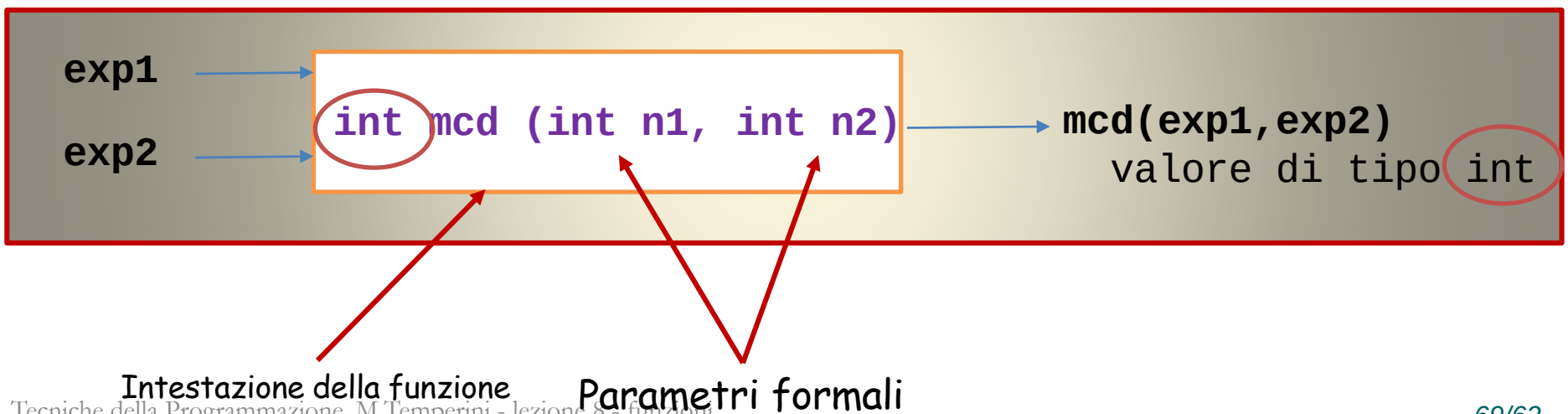
mcd: int x int → int
(n1, n2) ↦ mcd(n1,n2)

Funzioni ... funType functionName (paramType_1 param1, …, paramType_n param_n) {…}

Una funzione C è molto simile alla funzione matematica che siamo abituati a trattare …

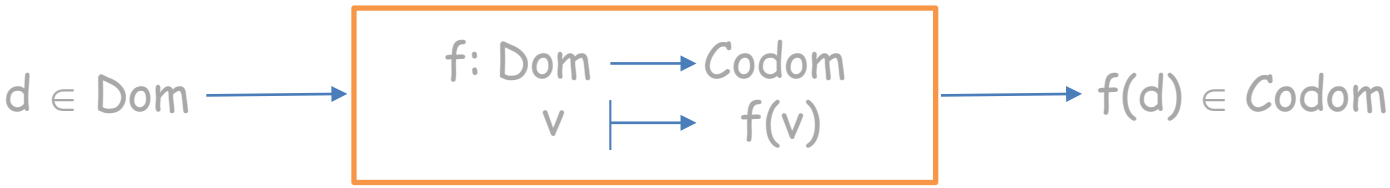


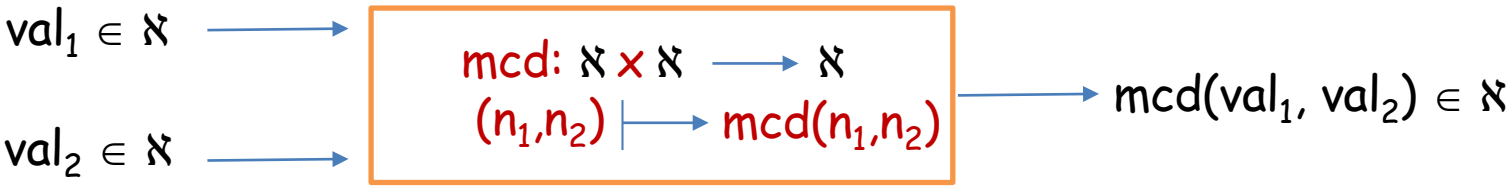
In C



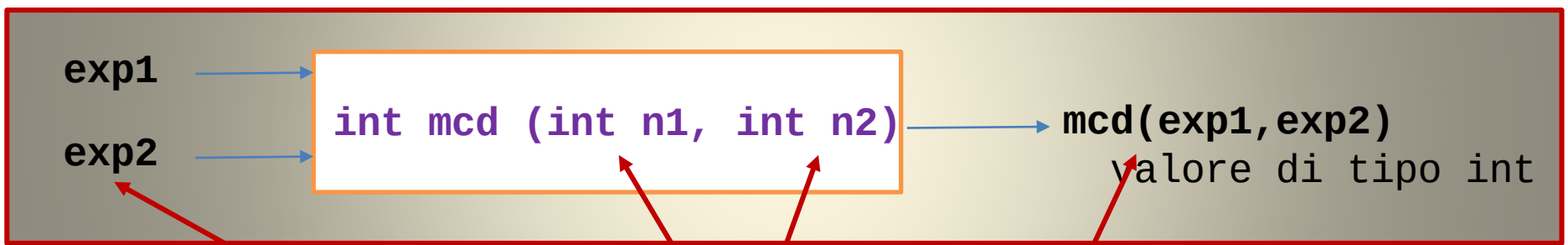
Funzioni in C

Una funzione C è molto simile alla funzione matematica che siamo abituati a trattare …





In C



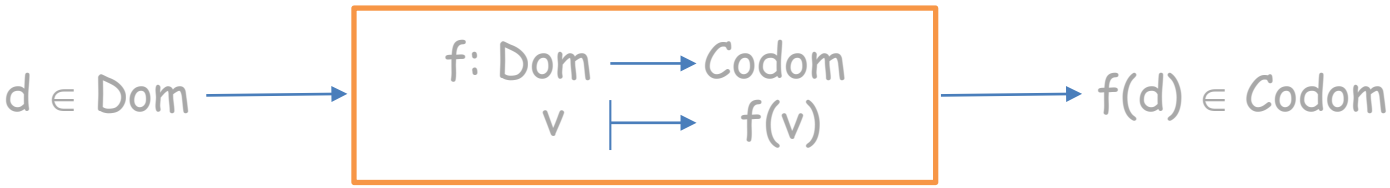
Parametri attuali
devono essere valori di tipo uguale a quello dei parametri formali

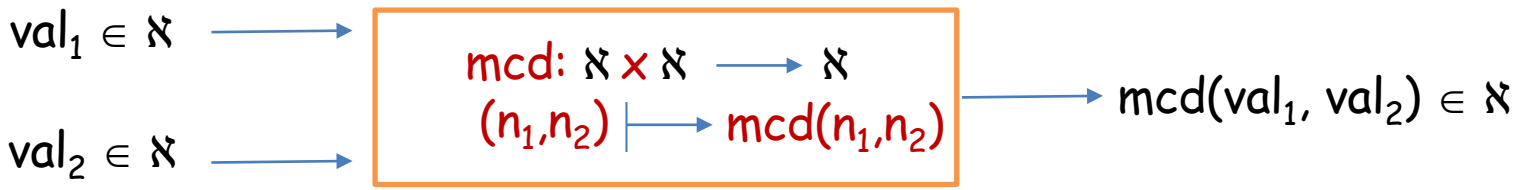
Parametri formali

chiamata

Funzioni in C

Una funzione C è molto simile alla funzione matematica che siamo abituati a trattare …





In C

perche` questa funzione restituisce un intero

```
exp1
exp2
int mcd (int n1, int n2)
mcd(exp1,exp2)
valore di tipo int
```

Parametri attuali
devono essere valori di tipo uguale
a quello dei parametri formali

chiamata

Espressione di tipo int … perche'

Funzioni in C

Una funzione C è molto simile alla funzione matematica che siamo abituati a trattare …

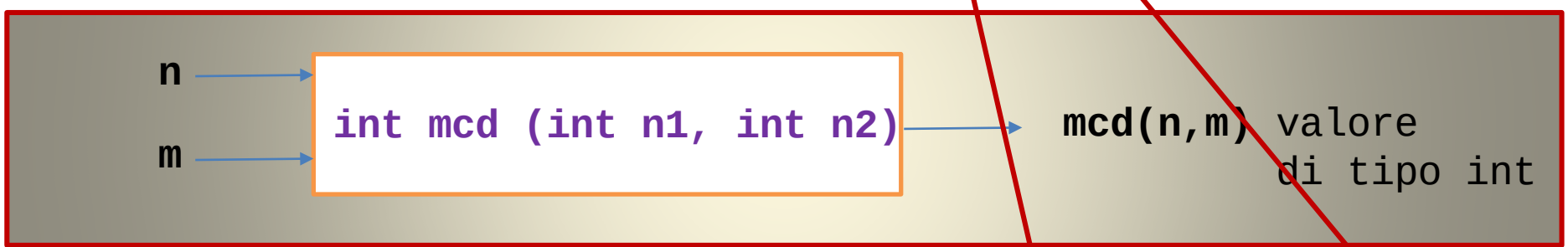
Quando la FUNZIONE CHIAMANTE effettua la chiamata della FUNZIONE CHIAMATA, la prima viene sospesa, la seconda viene eseguita.

Al termine della sua esecuzione, la FUNZIONE CHIAMATA fornisce alla FUNZIONE CHIAMANTE un valore (VALORE RESTITUITO DALLA CHIAMATA).

```
mxComDiv = mcd(n,m);
```

Questo valore "appare" nel punto in cui è stata chiamata la funzione.

La chiamata della funzione è in pratica un'espressione, la cui valutazione fornisce il valore ottenuto (RESTITUITO) dall'esecuzione della funzione chiamata.



Parametri attuali
in questo caso due variabili int (che vengono trattate come espressioni e valutate …)

chiamata

Espressione di tipo int

Funzioni in C

Una funzione C è molto simile alla funzione matematica che siamo abituati a trattare …

Quando la FUNZIONE CHIAMANTE effettua la chiamata della FUNZIONE CHIAMATA, la prima viene sospesa, la seconda viene eseguita.

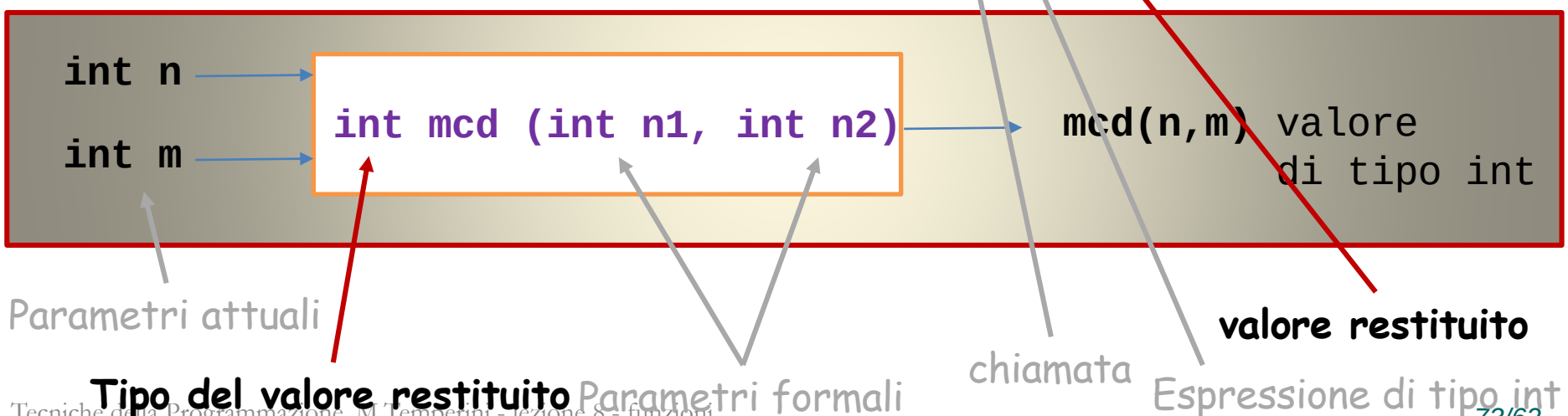
Al termine della sua esecuzione, la FUNZIONE CHIAMATA fornisce alla FUNZIONE CHIAMANTE un valore (VALORE RESTITUITO DALLA CHIAMATA).

```
mxComDiv = mcd(n,m);
```

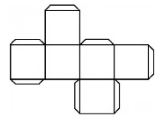
Questo valore "apparè' nel punto in cui è stata chiamata la funzione.

La chiamata della funzione è in pratica un'espressione, la cui valutazione fornisce il valore ottenuto (RESTITUITO) dall'esecuzione della funzione chiamata.

Il tipo del valore restituito è definito nell'intestazione della funzione.



Funzione CHIAMANTE e funzione CHIAMATA



```
/* programma che fa uso della funzione cube */
#include <stdio.h>

double cube (double d) {
   return(d*d*d);        /* autoesplicativo ... */
}

int main () {
  double num, cub;

  printf("Gentile ut
  scanf("%lf", &num)

  cub = cube(num);

  printf("voilà ...

printf("FINE\n");
return 0;
}
```

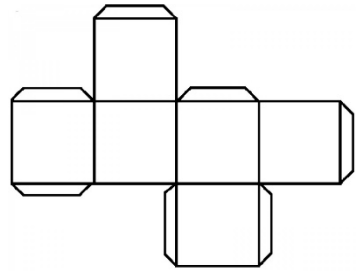
FUNZIONE CHIAMANTE : la main()

CHIAMATA della funzione cube

- PARAMETRO ATTUALE, il valore dell'espressione num
- Il valore del PARAMETRO ATTUALE viene usato durante l'esecuzione del codice della funzione;
- questo valore viene assegnato al PARAMETRO FORMALE d,
- In altre parole questo valore (parametro attuale) viene USATO COME VALORE DI d (parametro formale) nel codice della funzione.
- quindi quando viene calcolato d*d*d, è il cubo del parametro attuale che viene calcolato,
- cioè (valore di num)*(valore di num)*(valore di num)
- poi il valore calcolato viene restituito alla funzione chiamante, nel punto della chiamata ... e quindi viene asssegnato a cub

(e far girare il programma, verificando che le immagini sono veritiere)

Programma del cubo, completo



```
/* programma che fa uso della funzione cube */
#include <stdio.h>

double cube (double d) {
   return(d*d*d);        /* autoesplicativo ... */
}

int main () {
  double num, cub;

  printf("Gentile utente, dammi un numero reale che te lo elevo al cubo: ");
  scanf("%lf", &num);

  cub = cube(num);

  printf("voilà ... %g", cub);

printf("FINE\n");
return 0;
}
```

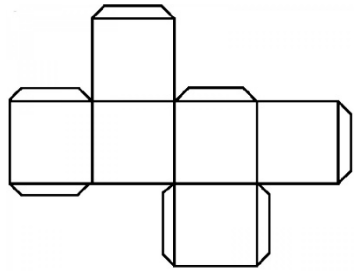
```
Gentile utente, dammi un numero reale
che te lo elevo al cubo: 9
voila' ... 729
FINE
```

CHIAMATA della funzione cube

- PARAMETRO ATTUALE, il valore dell'espressione num
- Il valore del PARAMETRO ATTUALE viene usato durante l'esecuzione del codice della funzione; questo valore viene assegnato al PARAMETRO FORMALE d, quindi quando viene calcolato d*d*d, è il cubo del parametro attuale che viene calcolato

Sì, l'abbiamo detto meglio nella slide precedente …

Programma del cubo, completo



```
/* programma che fa uso della funzione cube */
```

```
Gentile utente, dammi un numero reale
che te lo elevo al cubo: 12
voila' ... 1728
FINE
```

```
*/
```

```
Gentile utente, dammi un numero reale
che te lo elevo al cubo: 9
voila' ... 729
FINE
```

```
int main () {
  double num, cub;

  printf("Gentile utente, dammi un numero reale\n"
  scanf("%lf", &num);

  cub = cube(num);

  printf("voilà ... %g", cub);

printf("FINE\n");
return 0;
}
```

controlli sulle chiamate di funzione - Approfondimento

```
#include <stdio.h>

int main () {
 double num, cub;
  printf("Gentile utente, dammi un numero …: ");
  scanf("%lf", &num);

  cub = cube(num);

  printf("voilà ... %g\n", cub);

printf("FINE\n");
return 0;
}

double cube (double d) {
 double ris;

 ris = d*d*d;
return(ris);
}
```

dunque: una cosa da sapere e` che quando il compilatore compila il programma, scorre le linee, in ordine, dalla prima all'ultima ...
cosi` , in questo programma, la chiamata cube(num) viene compilata prima che il compilatore abbia visto la DEFINIZIONE di cube().

In questi casi, cioe` quando il compilatore deve controllare una chimata di una funzione che per lui e` sconosciuta, pitoosto che fermarsi il compilatore ASSUME che la funzione sia intera con parametri di tipo intero. (parametri e tipo_risultato interi).
E va avanti con la compilazione.

Questo a volte e` un problema, anzi, spesso.

controlli sulle chiamate di funzione - Approfondimento

```
#include <stdio.h>

int main () {
 double num, cub;
  printf("Gentile utente, dammi un numero …: ");
  scanf("%lf", &num);

  cub = cube(num);

  printf("voilà ... %g\n", cub);

printf("FINE\n");
return 0;
}

double cube (double d) {
 double ris;

 ris = d*d*d;
return(ris);
}
```

PROVARE QUESTO PROGRAMMA.
CHE ERRORI DA`???

E poi vediamo perche'

controlli sulle chiamate di funzione - Approfondimento

```
#include <stdio.h>

int main () {        double num, cub;
  printf("Gentile utente, dammi un numero …: ");
  scanf("%lf", &num);

  cub = cube(num);

  printf("voilà ... %g\n", cub);

printf("FINE\n");
return 0;
}

double cube (double d) {
 double ris;

 ris = d*d*d;
return(ris);
}
```

Qui c'è l'inizio del problema:
cube non è nota al compilatore al momento della chiamata;
è un errore cui il compilatore tenta di porre rimedio: i tipi coinvolti vengono assunti (per convenzione) tutti come int.

Qui c'è l'altro estremo del problema: per quel che sa il compilatore la funzione è int cube(int par)
quindi questa definizione è sorprendente e provoca un errore di compilazione

MORALE: le funzioni vanno definite, o *dichiarate*, prima che qualche altra funzione le chiami.
Se non vogliamo definire la funzione in cima al file, possiamo limitarci a dichiararla …

Esercizio: potenze

Algoritmo: leggiamo numero ed esponente tante volte; ogni volta calcoliamo e stampiamo la potenza di numero elevato ad esponente; se l'esponente è mille non si ripete più

Pero` l'elevazione a potenza e` un interessante sottoproblema: risolviamolo con una funzione, `potenza()` in modo che poi l'algoritmo diventi

0) numero, esponente; potenza;
1) ripeti
    1.1) chiedere/leggere **numero** ed **esponente**
    1.2) se **esponente** non è 1000
        1.2.1) **risultatoPotenza = potenza()** applicata a **numero** ed **esponente**
        1.2.2) e stampare **risultatoPotenza**
    altrimenti
        1.2.3) stampare un addio
   mentre **esponente** è diverso da 1000
2) fine programma

Come sara` la **chiamata** di potenza()?

Quale sara` **l'algoritmo** della funzione potenza()

Quale sara` la **definizione** della funzione potenza()

Quale sara` il **prototipo** (**dichiarazione**) della funzione potenza()

Esercizio: potenze

Algoritmo: leggiamo numero ed esponente tante volte; ogni volta calcoliamo e stampiamo la potenza di numero elevato ad esponente; se l'esponente è mille non si ripete più

Pero` l'elevazione a potenza e` un interessante sottoproblema: risolviamolo con una funzione, `potenza()` in modo che poi l'algoritmo diventi

0) numero, esponente; potenza;
1) ripeti
    1.1) chiedere/leggere **numero** ed **esponente**
    1.2) se **esponente** non è 1000
        1.2.1) **risultatoPotenza = potenza()** applicata a **numero** ed **esponente**
        1.2.2) e stampare **risultatoPotenza**
    altrimenti
        1.2.3) stampare un addio
   mentre **esponente** è diverso da 1000
2) fine programma

chiamata: `potenza(numero, esponente);`

istruzione conseguente: `risultatoPotenza = potenza(numero, esponente);`

in pratica, a meno dell'algoritmo abbiamo progettato la funzione potenza(): sara` una funzione che restituisce un intero, ricevendo un reale (il numero da elevare a potenza) e un intero (l'esponente)

Esercizio: potenze

Algoritmo: leggiamo numero ed esponente tante volte; ogni volta calcoliamo e stampiamo la potenza di numero elevato ad esponente; se l'esponente è mille non si ripete più

Pero` l'elevazione a potenza e` un interessante sottoproblema: risolviamolo con una funzione, `potenza()` in modo che poi l'algoritmo diventi

0) numero, esponente; potenza;
1) ripeti
    1.1) chiedere/leggere **numero** ed **esponente**
    1.2) se **esponente** non è 1000
        1.2.1) **risultatoPotenza = potenza()** applicata a **numero** ed **esponente**
        1.2.2) e stampare **risultatoPotenza**
    altrimenti
        1.2.3) stampare un addio
  mentre **esponente** è diverso da 1000
2) fine programma

Algoritmo per **potenza(num, esp)**
0) serve una var ris; si fa … ris * num … circa esp volte …
1) … ☺
2) …
3)

Esercizio: potenze

Algoritmo: leggiamo numero ed esponente tante volte; ogni volta calcoliamo e stampiamo la potenza di numero elevato ad esponente; se l'esponente è mille non si ripete più

Pero` l'elevazione a potenza e` un interessante sottoproblema: risolviamolo con una funzione, `potenza()` in modo che poi l'algoritmo diventi

0) numero, esponente; potenza;
1) ripeti
    1.1) chiedere/leggere **numero** ed **esponente**
    1.2) se **esponente** non è 1000
        1.2.1) **risultatoPotenza = potenza()** applicata a **numero** ed **esponente**
        1.2.2) e stampare **risultatoPotenza**
    altrimenti
        1.2.3) stampare un addio
  mentre **esponente** è diverso da 1000
2) fine programma

Definizione della funzione potenza()

appena abbiamo fatto l'algoritmo ...

Esercizio: potenze

Algoritmo: leggiamo numero ed esponente tante volte; ogni volta calcoliamo e stampiamo la potenza di numero elevato ad esponente; se l'esponente è mille non si ripete più

Pero` l'elevazione a potenza e` un interessante sottoproblema: risolviamolo con una funzione, `potenza()` in modo che poi l'algoritmo diventi

0) numero, esponente; potenza;
1) ripeti
    1.1) chiedere/leggere **numero** ed **esponente**
    1.2) se **esponente** non è 1000
        1.2.1) **risultatoPotenza = potenza()** applicata a **numero** ed **esponente**
        1.2.2) e stampare **risultatoPotenza**
    altrimenti
        1.2.3) stampare un addio
  mentre **esponente** è diverso da 1000
2) fine programma

Dichiarazione della funzione (il "prototipo")

```
int potenza(double, int)
```

(da mettere in cima al file)

Esercizio: potenze - prima rifiniamo la main(), poi pensiamo alla funzione potenza()

```
#include <stdio.h>

double potenza (double, int );    /* dichiarazione della funzione che calcola
                                  la potenza di un numero elevato ad un esponente */

int main () {
  int esponente;
  double numero, risPotenza;

 do {
   printf ("caro/a utente, … 1000 per finire): ");
   scanf("%lf %d", &numero, &esponente);

   if (esponente!=1000) {
      risPotenza = potenza(numero, esponente);
      printf (" --- %g elevato alla %d = %g \n\n", numero, esponente, risPotenza);
   }
   else printf ("... ok, torna quando vuoi!\n\n");
 } while (esponente!=1000);

printf ("\nFINE programma\n");
return 0;
}

double potenza(double num, int exp) {
…
return ris;
}
```

Possiamo, tutto sommato, fare a meno della variabile risPotenza, se ricordiamo che
"una chiamata di funzione svolge il ruolo di una espressione, la cui valutazione non e` altro che il risultato restituito"

Come si puo` eliminare risPotenza, senza sostituirna con un'altra variabile e sempre stampando il risultato con la medesima printf()?

Prima provaci e poi vedi prossima slide

Esercizio: potenze – un'alternativa per l'uso della chiamata

```
#include <stdio.h>

double potenza (double, int );    /* dichiarazione della funzione che calcola
                                  la potenza di un numero elevato ad un esponente */

int main () {
  int esponente;
  double numero, risPotenza;

 do {
   printf ("caro/a utente, … 1000 per finire): ");
   scanf("%lf %d", &numero, &esponente);

   if (esponente!=1000) {
     risPotenzaVal = potenza(numero, esponente);
      printf (" --- %g elevato alla %d = %g \n\n", numero, esponente,
                                                    potenza(numero, esponente));
   }
   else printf ("... ok, torna quando vuoi!\n\n");
 } while (esponente!=1000);

printf ("\nFINE programma\n");
return 0;
}

…
```

Stack delle chiamate: esempio

```
 Stimato/a utente, esegui una scelta scrivendo un numero intero
 secondo quanto di seguito indicato:
 --- Scrivi 1 per vedere il numero
 --- Scrivi 2 per vedere il numero con una soluzione meno bella
 --- Scrivi 3 per vedere il numero tante volte
     (Hai solo queste scelte ...)
3
ah! Dimmi quante volte vorresti veder stampato quel numero: 7
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
sempre lui: 47
FINE
```

```
void menu();
int fun47 ();
int menoFun47 (void);
void stampaMolti47 (int );

int main () {
  int scelta, quanteVolte;
  printf(" Stimato/a utente, …: \n");

  menu();
  scanf("%d", &scelta);

  if (scelta==1)
     printf("sempre lui: %d\n", fun47());
  else if (scelta==2)
          printf("ancora e sempre lui: %d\n", menoFun47());
  else if (scelta==3) {
          printf("ah! Dimmi quante volte …: ");
          scanf("%d", &quanteVolte);
          stampaMolti47(quanteVolte);      /* questa chiamata stampa tante volte 47
                                              quanto vale la variabile quanteVolte */
  }
  else printf("come hai potuto? Scelta sbagliata. Addio.\n");
printf("FINE\n");
return 0;
}
```

Vediamo l'evoluzione dei RDA durante l'esecuzione del programma mostrata in figura

Stack delle chiamate di funzione 1/14

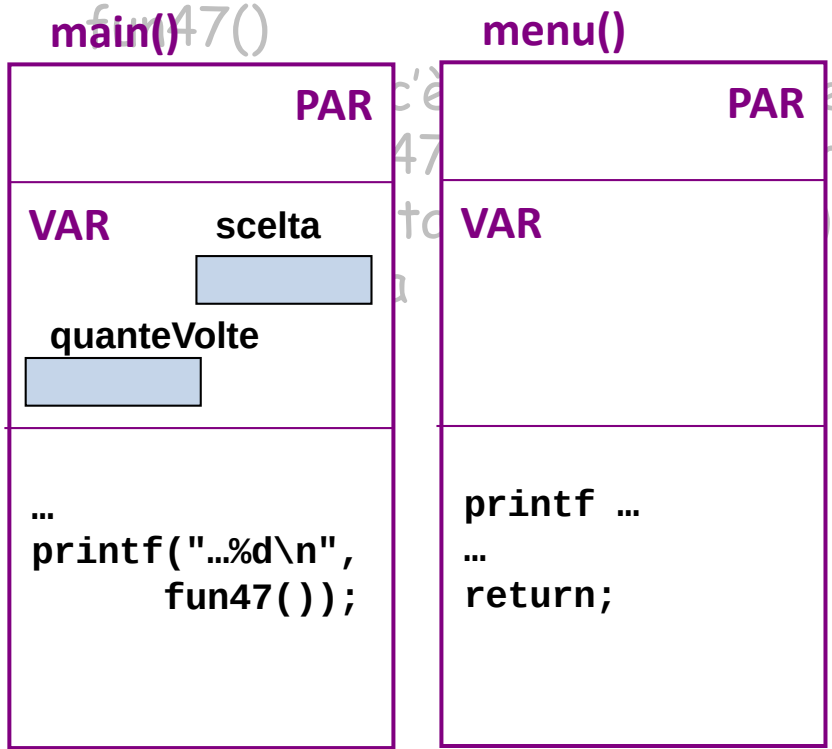
ricordiamoci com'era il programma per stampare uno o molti 47 … fai avanti e indietro con la slide precedente …

durante l'esecuzione mostrata nella figura precedente,

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama stampaMolti47(quanteVolte)
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte – la funzione fun47()
- Quando non c'è più da chiamare fun47() l'attivazione di stampaMolti47 termina e il controllo ritorna alla main()
- che a sua volta chiama printf() per stampare «FINE»
- e poi termina

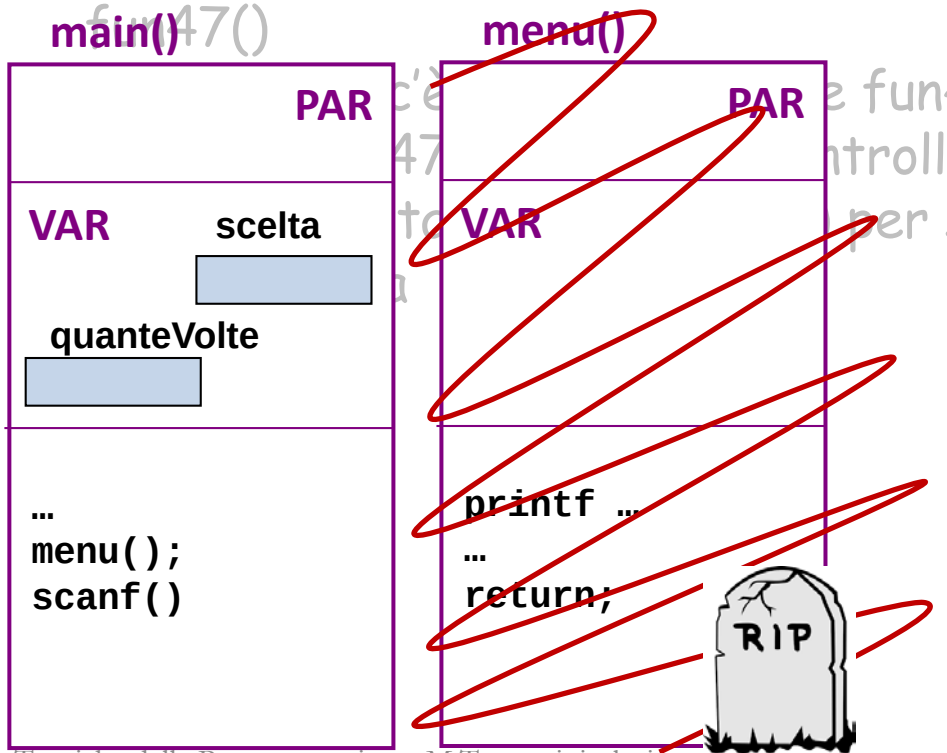
Stack delle chiamate di funzione 2/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama stampaMolti47(quanteVolte)
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte – la funzione fun47()



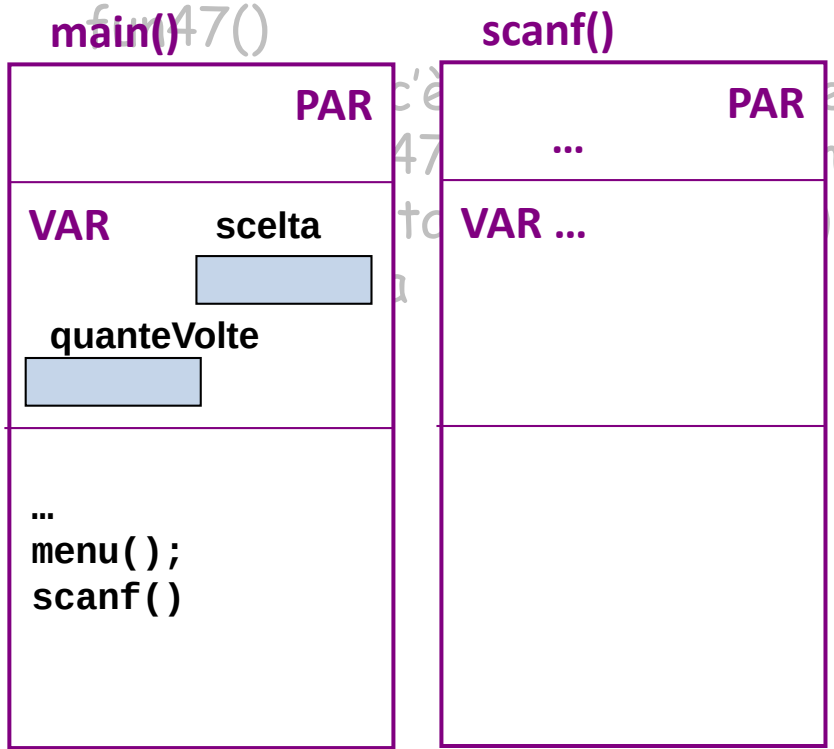
Stack delle chiamate di funzione 3.14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama stampaMolti47(quanteVolte)
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte - la funzione fun47()



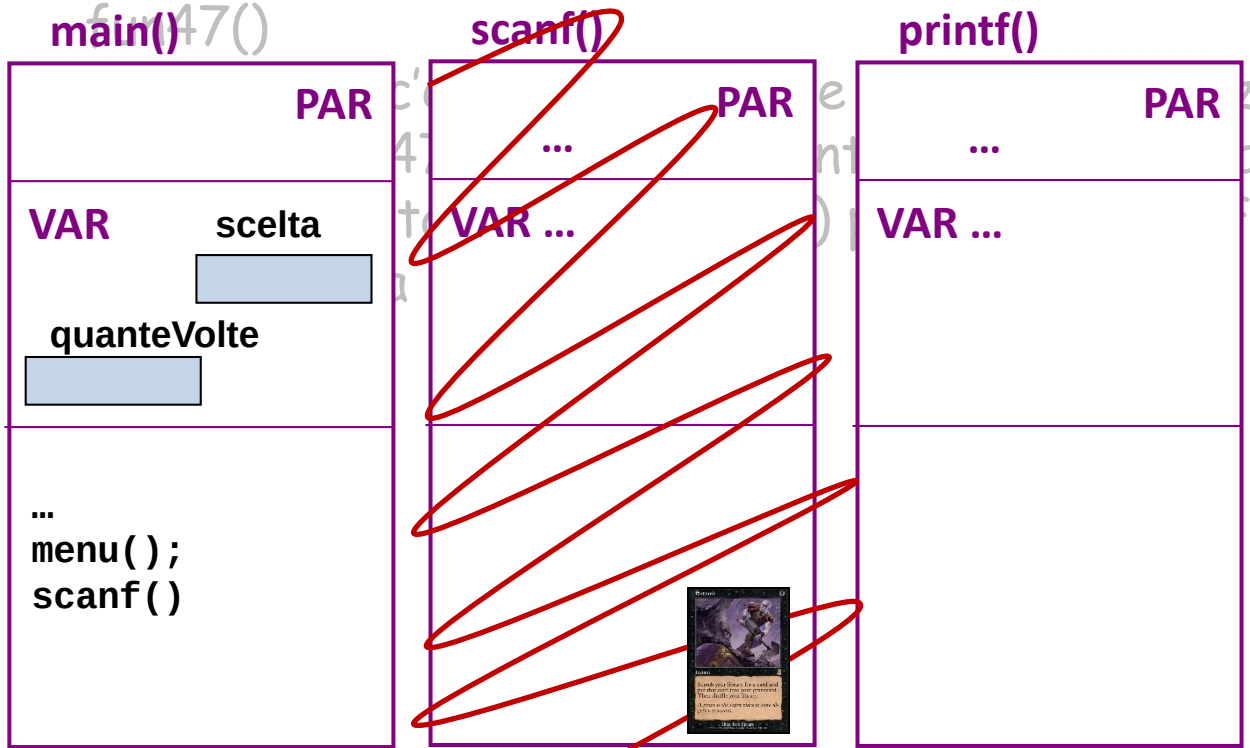
Stack delle chiamate di funzione 4/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama stampaMolti47(quanteVolte)
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte – la funzione fun47()



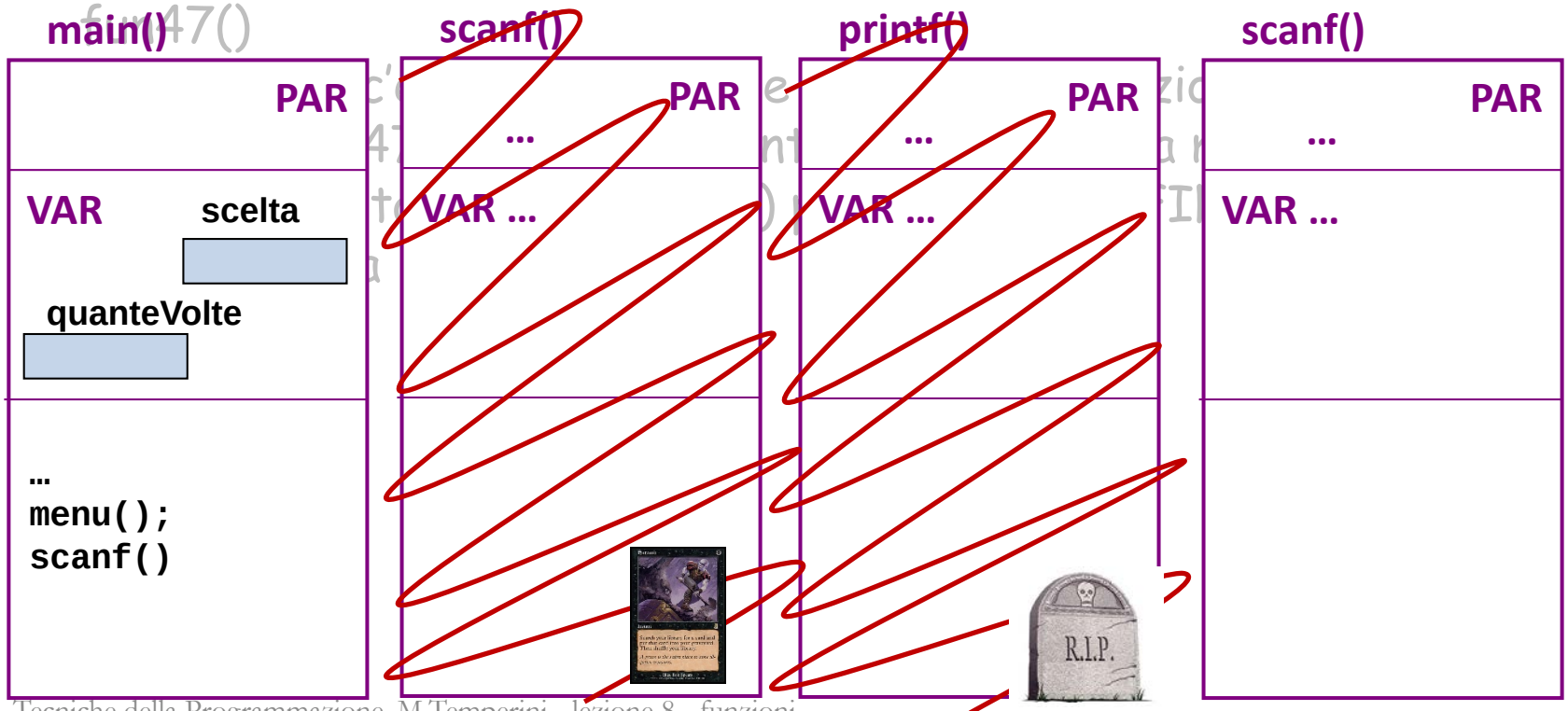
Stack delle chiamate di funzione 5/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama stampaMolti47(quanteVolte)
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte – la funzione fun47()



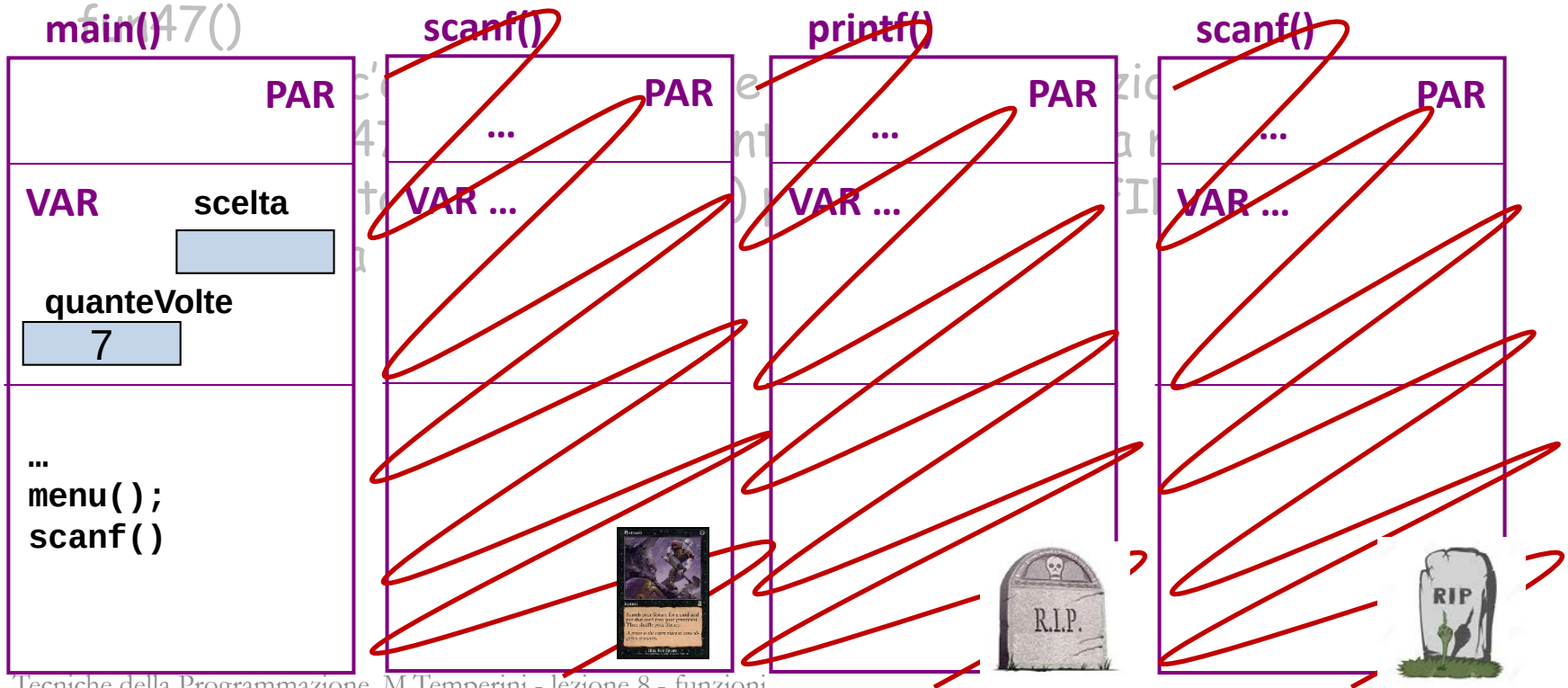
Stack delle chiamate di funzione 6/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama stampaMolti47(quanteVolte)
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte – la funzione fun47()



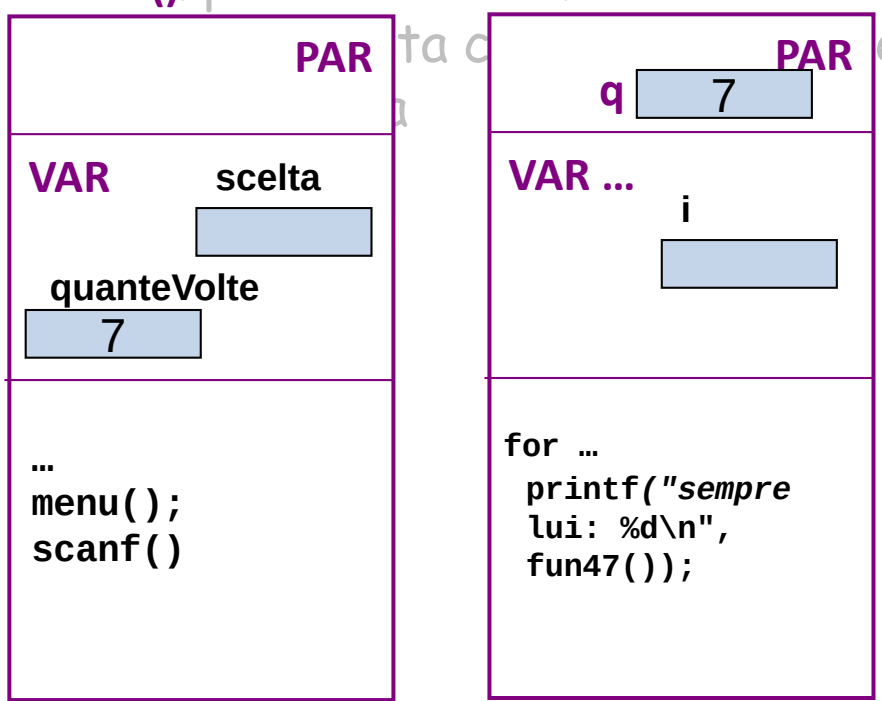
Stack delle chiamate di funzione 7/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama stampaMolti47(quanteVolte)
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte – la funzione fun47()



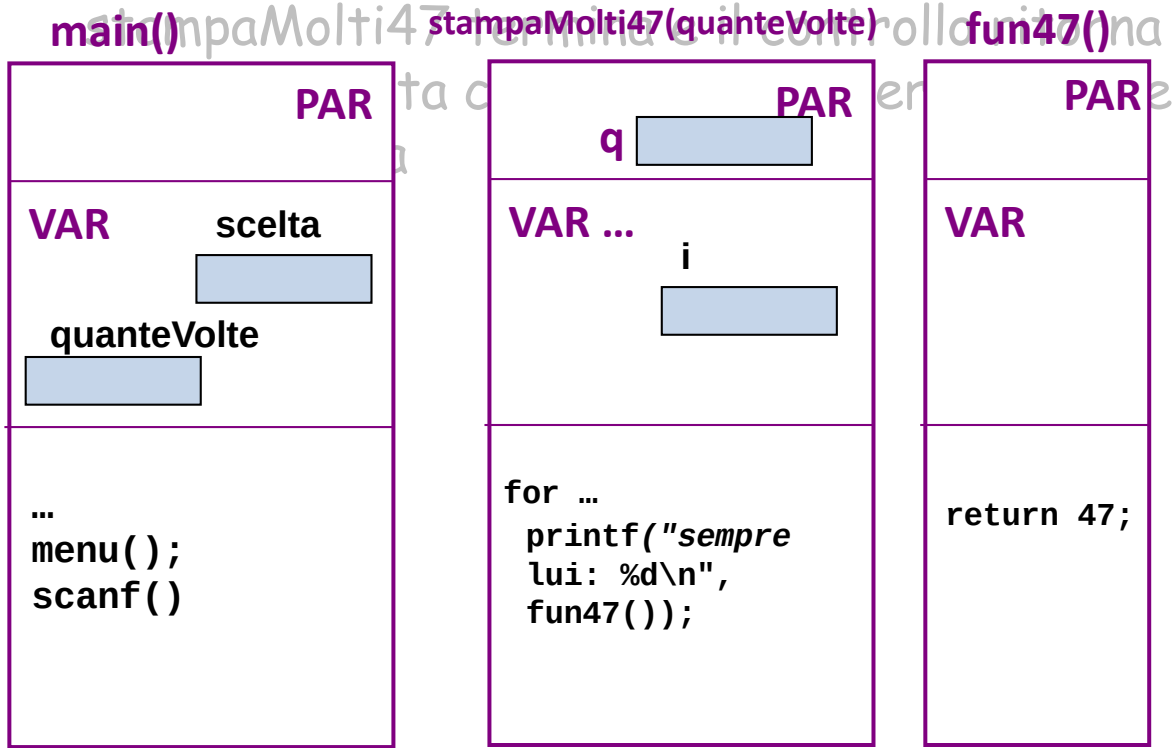
Stack delle chiamate di funzione 8/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama **`stampaMolti47(quanteVolte)`**
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte: ne vediamo una sola – la funzione fun47()
- Quando non c'è più da chiamare fun47() l'attivazione di stampaMolti47 termina e il controllo ritorna alla main()



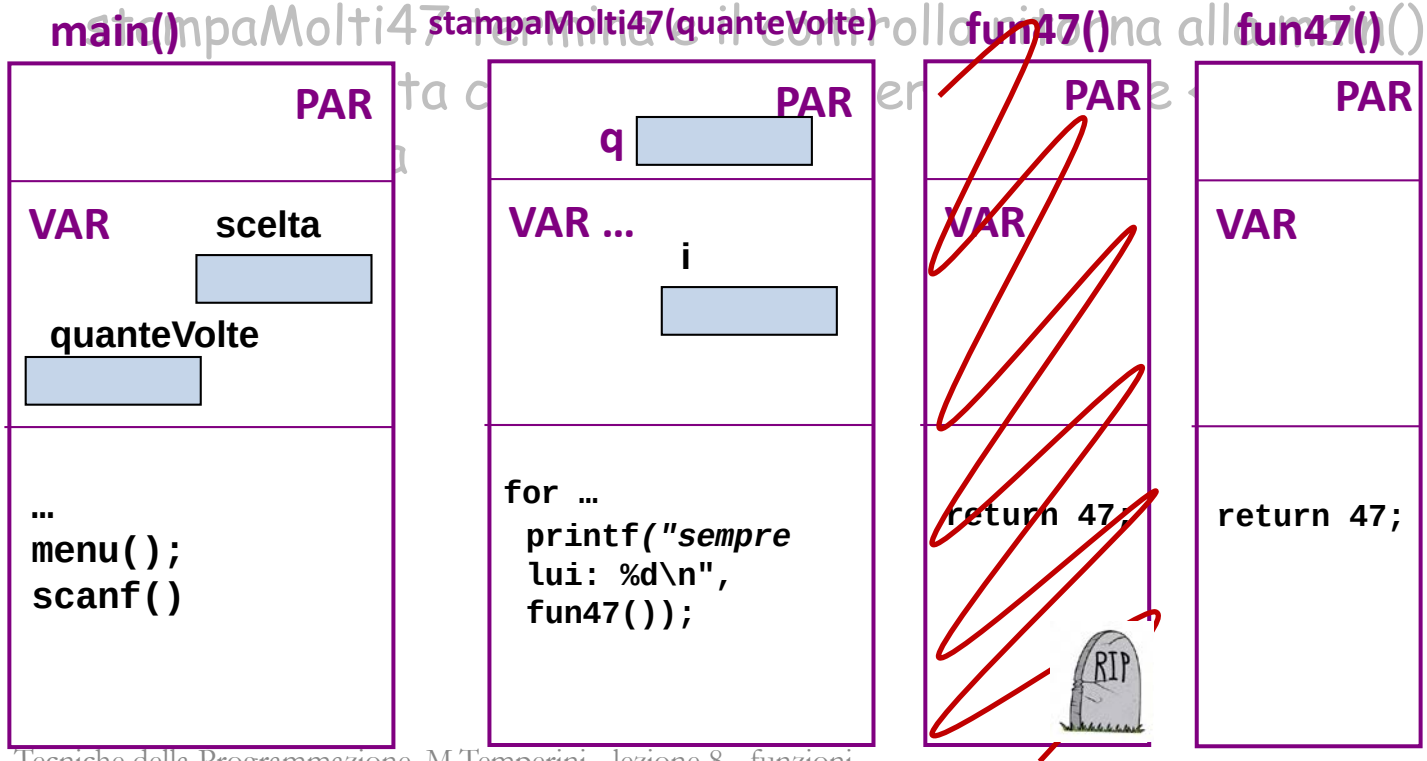
Stack delle chiamate di funzione 9/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama **`stampaMolti47(quanteVolte)`**
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte - la funzione fun47()
- Quando non c'è più da chiamare fun47() l'attivazione di stampaMolti47 termina e il controllo ritorna alla main()
- La main() a sua volta chiama printf() per stampare «FINE»



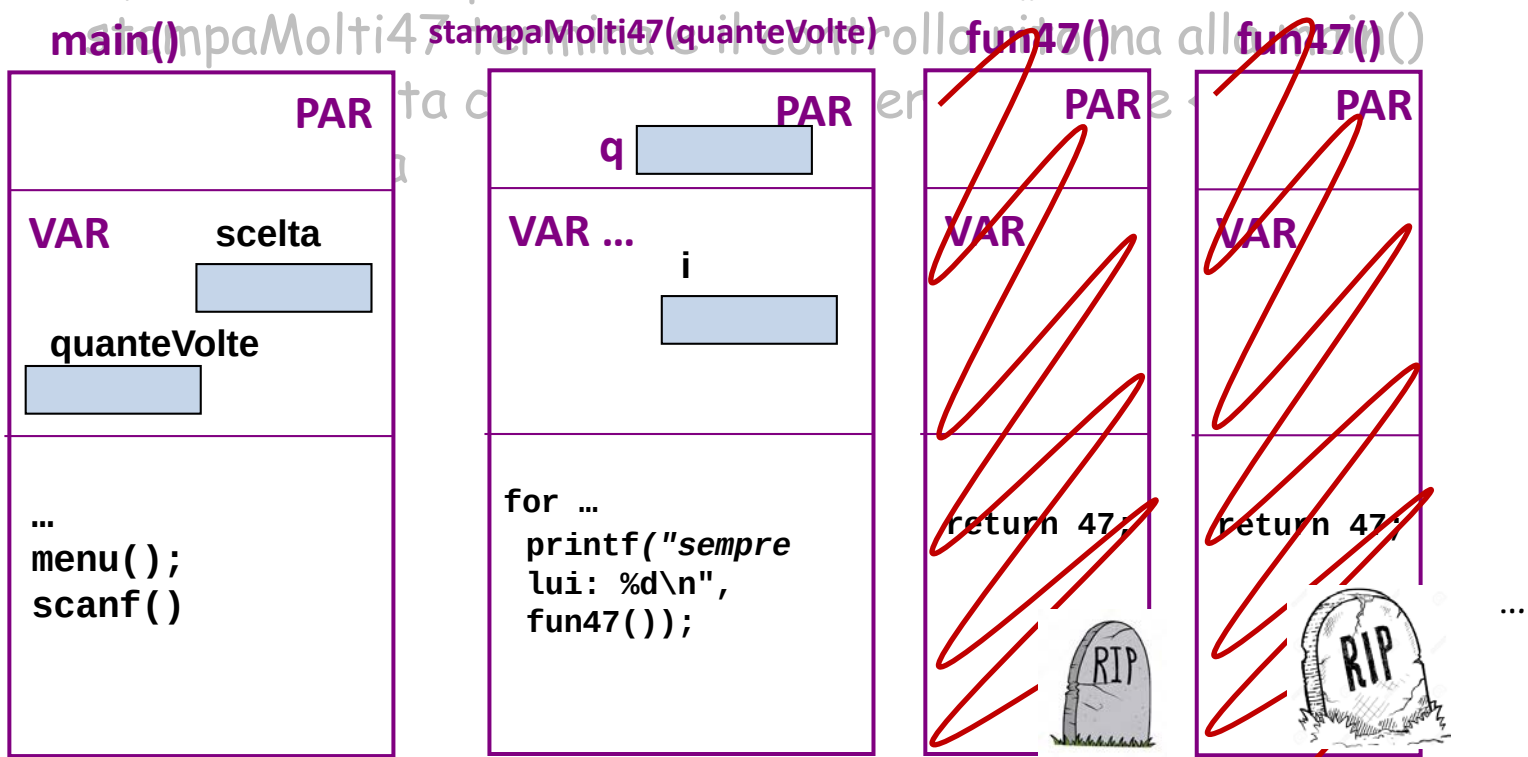
Stack delle chiamate di funzione 10/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama **`stampaMolti47(quanteVolte)`**
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte - la funzione fun47()
- Quando non c'è più da chiamare fun47() l'attivazione di stampaMolti47 termina e il controllo ritorna alla main()



Stack delle chiamate di funzione 11/14

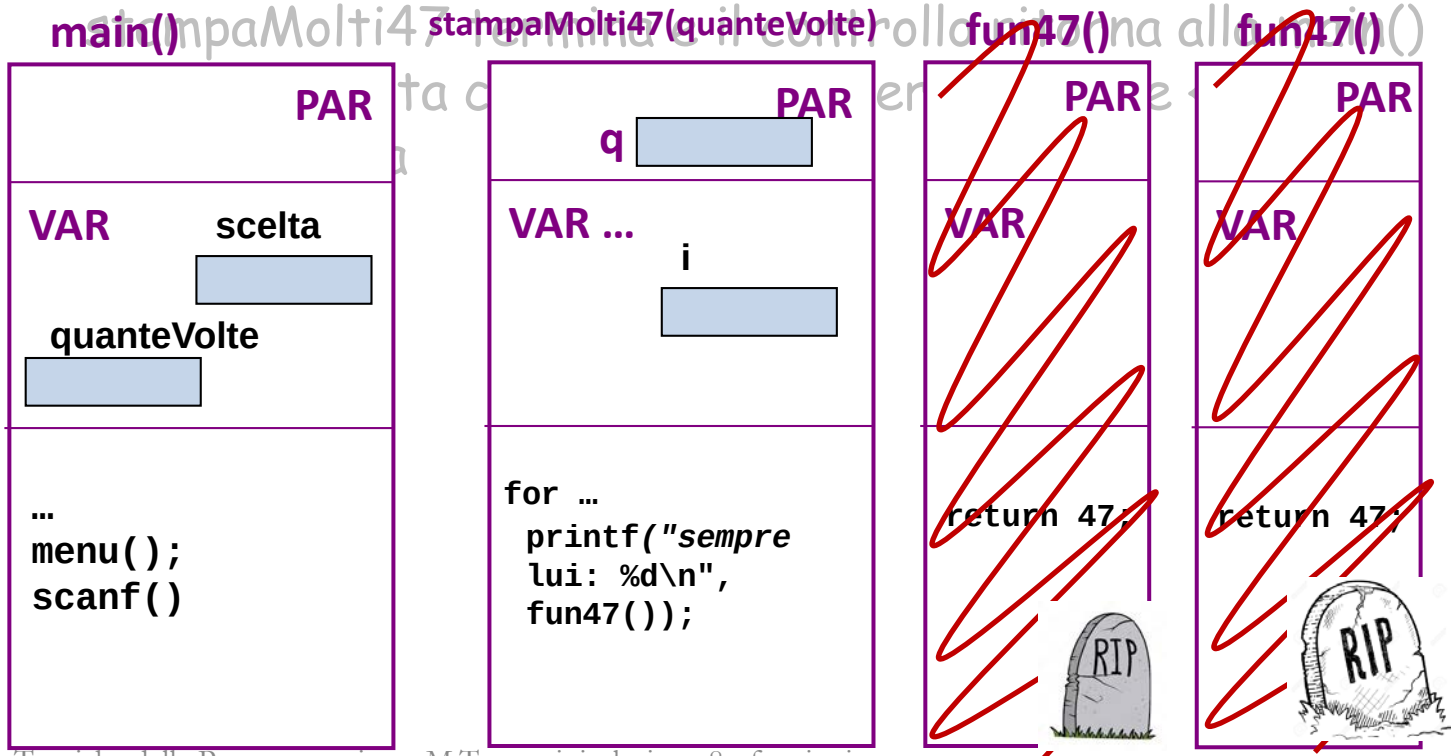
- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama **`stampaMolti47(quanteVolte)`**
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte - la funzione fun47()
- Quando non c'è più da chiamare fun47() l'attivazione di stampaMolti47 termina e il controllo ritorna alla main()



ok, disegnare tutti gli altri RDA pertinenti all'esecuzione del programma

Stack delle chiamate di funzione 11/14

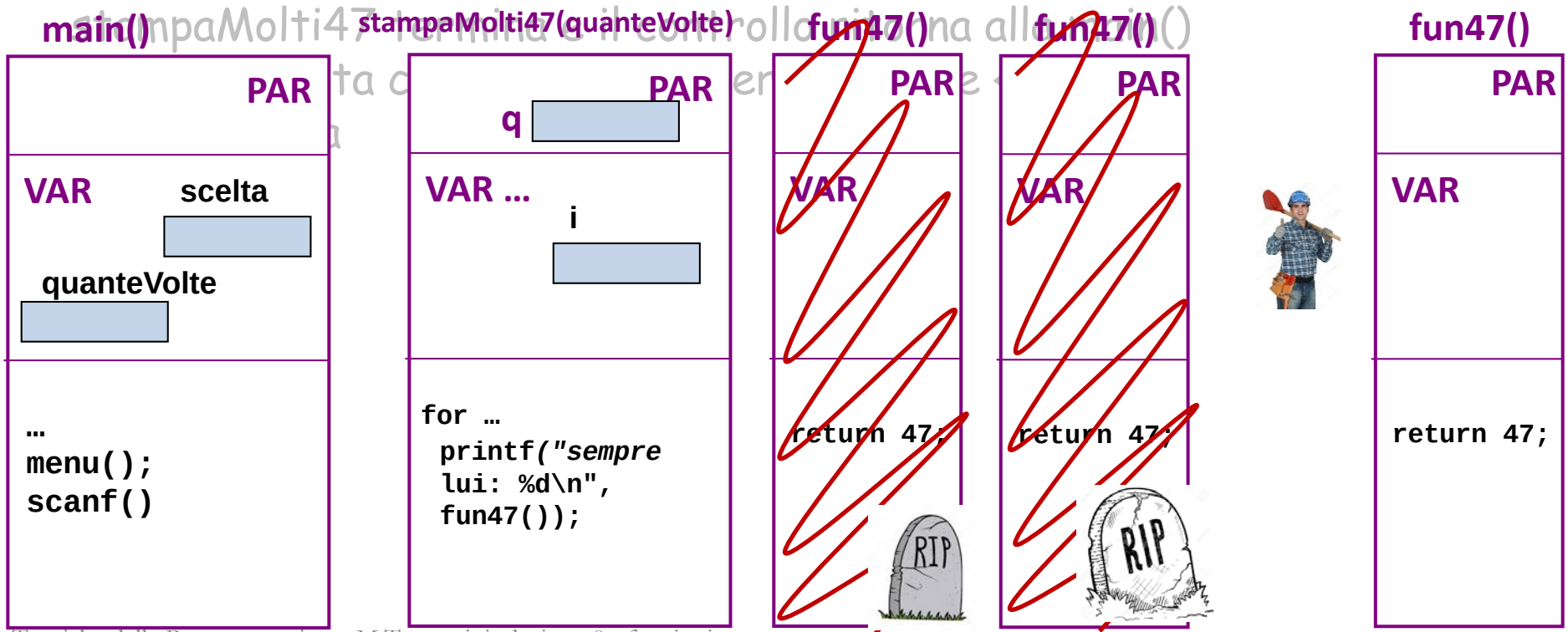
- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama **`stampaMolti47(quanteVolte)`**
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte - la funzione fun47()
- Quando non c'è più da chiamare fun47() l'attivazione di stampaMolti47 termina e il controllo ritorna alla main()



altri 4 RDA per fun47()
… uno per uno vengono allocati, eseguiti e poi deallocati.
E poi un altro, il settimo
…e poi il resto …

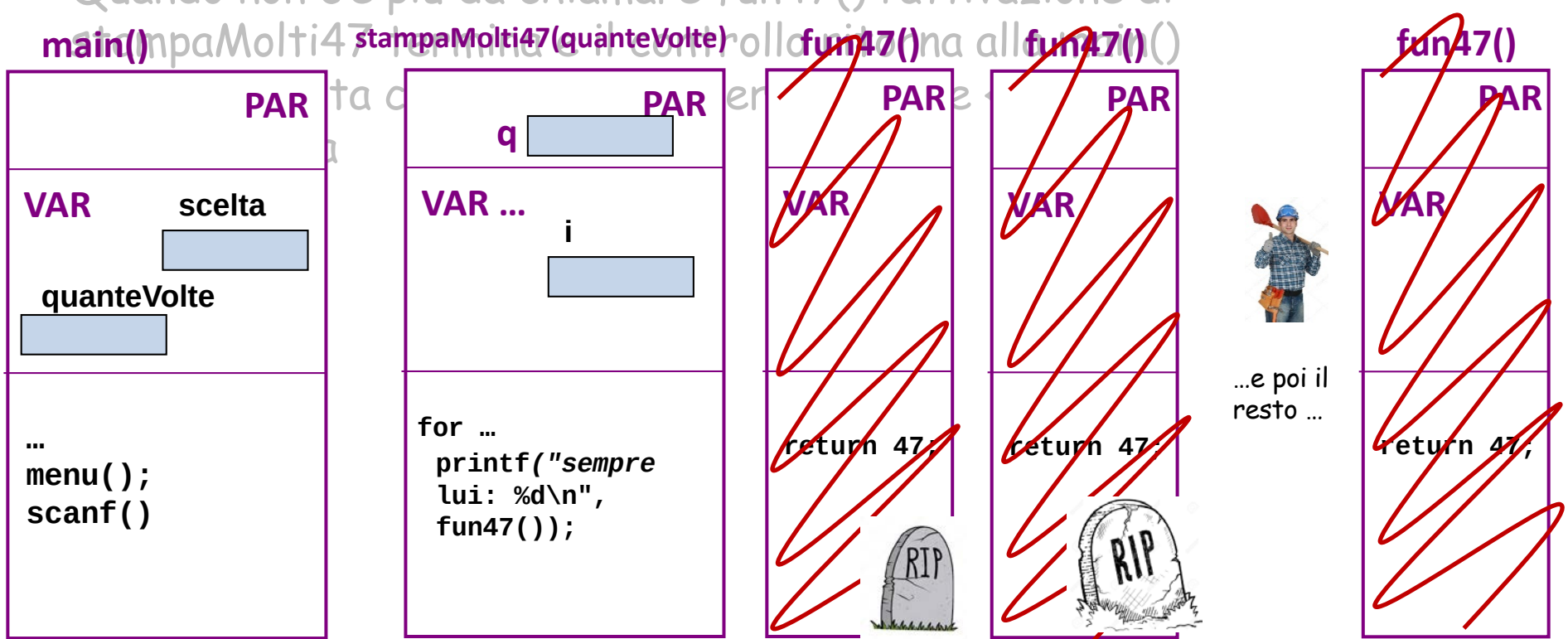
Stack delle chiamate di funzione 11/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama **`stampaMolti47(quanteVolte)`**
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte - la funzione fun47()
- Quando non c'è più da chiamare fun47() l'attivazione di stampaMolti47 termina e il controllo ritorna alla main()



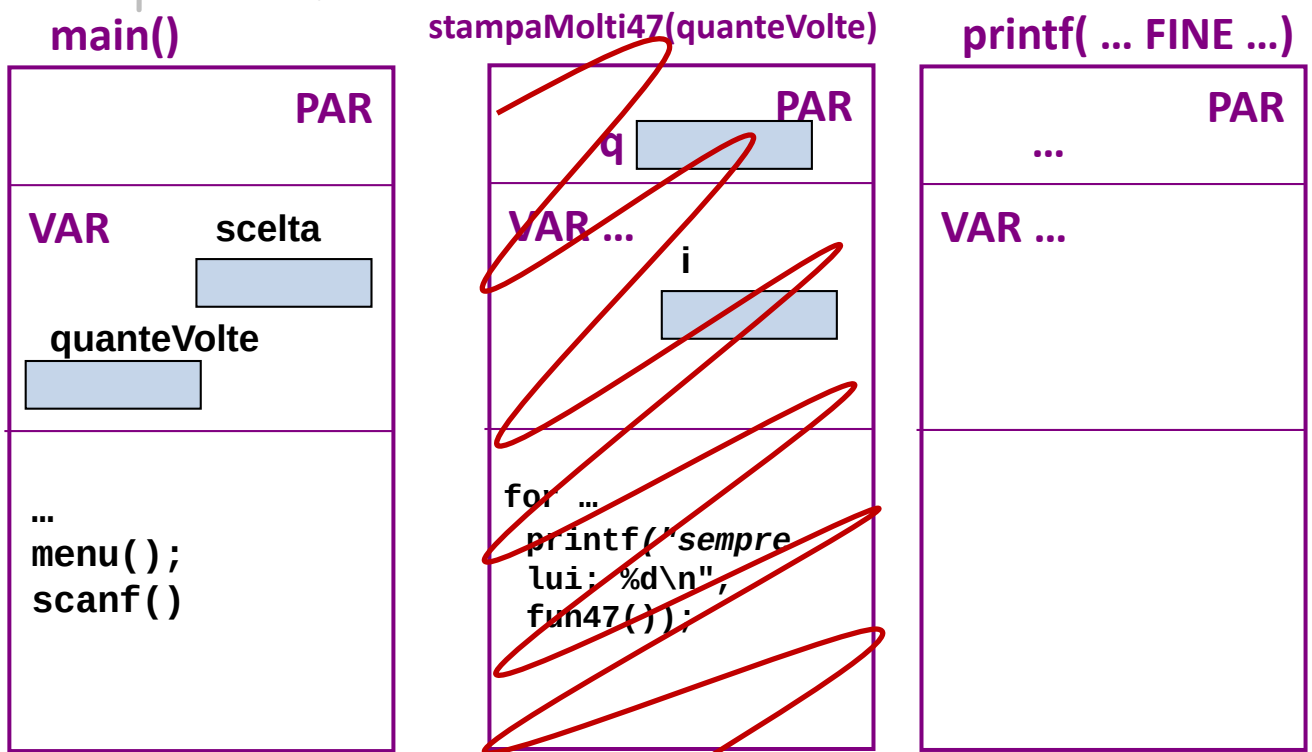
Stack delle chiamate di funzione 11/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama **`stampaMolti47(quanteVolte)`**
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte - la funzione fun47()
- Quando non c'è più da chiamare fun47() l'attivazione di stampaMolti47 termina e il controllo ritorna alla main()



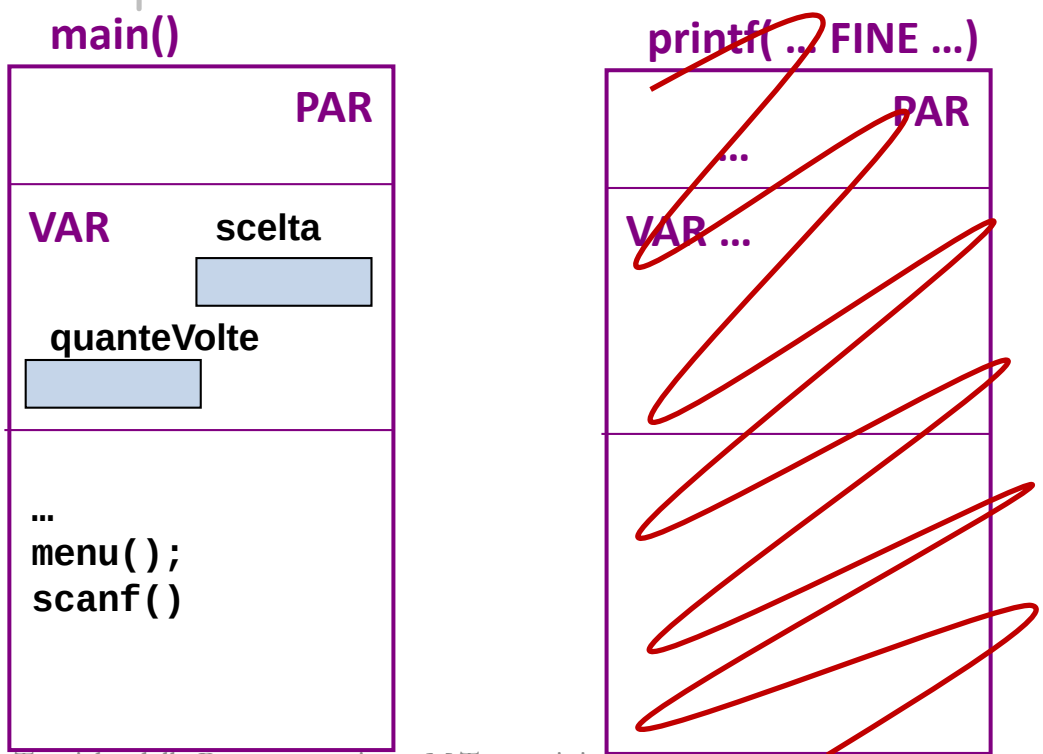
Stack delle chiamate di funzione 12/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama stampaMolti47(quanteVolte)
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte - la funzione fun47()
- Quando non c'è più da chiamare fun47() l'attivazione di stampaMolti47 termina e il controllo ritorna alla main()
- Che a sua volta chiama printf() per stampare «FINE»
- E poi termina



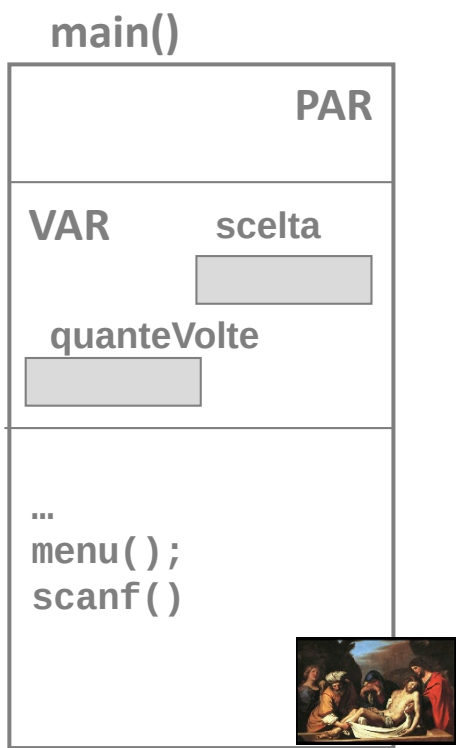
Stack delle chiamate di funzione 13/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama stampaMolti47(quanteVolte)
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte - la funzione fun47()
- Quando non c'è più da chiamare fun47() l'attivazione di stampaMolti47 termina e il controllo ritorna alla main()
- Che a sua volta chiama printf() per stampare «FINE»
- E poi termina



Stack delle chiamate di funzione 14/14

- è attiva main() ovviamente, che chiama menu()
- poi menu() termina, avendo stampato il menù
- poi viene chiamata scanf() per leggere la scelta
- al termine di scanf() la main riprende, e chiama printf()
- e poi, al termine di printf(), di nuovo scanf()
- Al termine di scanf() abbiamo anche il dato in quanteVolte e la main() chiama stampaMolti47(quanteVolte)
- stampaMolti47() a sua volta chiama – numerose volte - la funzione fun47()
- Quando non c'è più da chiamare fun47() l'attivazione di stampaMolti47 termina e il controllo ritorna alla main()
- Che a sua volta chiama printf() per stampare «FINE»
- E poi anche main(), cioè il programma, termina



Osservazioni

Come progettare una funzione

- algoritmo …
- quali parametri? Solo quelli indispensabili: i dati che occorrono alla funzione per fare il proprio lavoro

- double potenza (double numero, int esponente) ☺

- double potenza (double numero, int esponente, double temperaturaAmbiente) ☺

- int mcd (int n1, int n2) ☺

- double areaCerchio (double raggio, double pi) ☺

quali chiamate sono sensate?

Vedi appena dopo

Osservazioni

Come progettare una funzione

- algoritmo …
- quali parametri? Solo quelli indispensabili: i dati che occorrono alla funzione per fare il proprio lavoro

```
double potenza (double numero, int esponente)
```
OK

perche' ci si aspetta che la funzione potenza() abbia bisogno di ricevere il numero e l'esponente, per calcolare l'elevazione a potenza;

d'altra parte non le servono altri dati per fare il proprio lavoro, quindi, ad esempio

```
double potenza (double numero, int esponente, double temperaturaAmbiente)
```
(KO)

non avrebbe senso … non e` che il calcolo cambia con la temperatura (almeno nonquesto calcolo)

```
int mcd (int n1, int n2)
```
OK

perche' i due numeri sono tutto quel che serve alla funzione mcd() per calcolarne il massimo comun divisore

```
double areaCerchio (double raggio, double pi)
```
KO

perche' i parametri che forniamo alla funzione, in sostanza, denotano l'istanza del problema per cui chiamiamo la funzione;
e pi greco e` sempre lui, non cambia da istanza ad istanza;
in questo senso non e` necessario passarlo alla funzione, perche` in ualche modo, la funzione lo conosce gia` (se e` capace di calcolare l'area di un cerchio …)

Osservazioni

RESTITUIRE

- è quel che fa la funzione al termine (a meno che non sia void)
- fornisce (*restituisce*, *ritorna*), alla funzione chiamante, il valore che ha calcolato durante l'esecuzione. Ora la funzione chiamante può usare quel valore per i suoi successivi calcoli

ad esempio, la main() chiama potenza()

```
risPotenza = potenza (n, e)
```

e ora ha il valore risultante dal calcolo e può usarlo (ad esempio stamparlo)

```
printf("...%g...", risPotenza )
```

OK

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
  while (n1!=n2)
     if (n2>n1)
       n2=n2-n;
     else n1-=n2;
  risult = n1;
printf("il risultato è %d", risult);
return 0;
}
```

KO

perche' ?

Osservazioni

RESTITUIRE

```
int mcd(int n1, int n2) {
  int risult;
  while (n1!=n2)
     if (n2>n1)
       n2=n2-n;
     else n1-=n2;
  risult = n1;
printf("il risultato è %d", risult);
return 0;
}
```

KO

perche' il valore dell'mcd e` stato stampato, ma non e` stato reso disponibile alla funzione chiamante per successivi usi.

La funzione chiamante ha chiamato mcd() per avere un valore: evidentemete vorrebbe avere quel valore per fare ulteriori calcoli ...
ma invece riceve zero (oppure nulla se ci scordiamo anche di mettere return ...)